

10/511544
PCT/JP03/04892

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

17.04.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 4月17日

REC'D 13 JUN 2003

WIPO PCT

出願番号

Application Number:

特願2002-115265

[ST.10/C]:

[JP2002-115265]

出願人

Applicant(s):

株式会社アドバンテスト

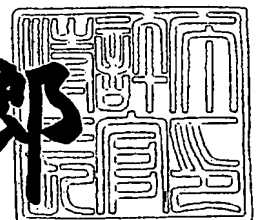
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2003-3038848

【書類名】 特許願

【整理番号】 10388

【提出日】 平成14年 4月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01R 29/22

【発明の名称】 ネットワークアナライザ、ネットワーク解析方法、プログラムおよび記録媒体

【請求項の数】 31

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内

 【氏名】 中山 喜和

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目3番1号 株式会社アドバンテスト内

 【氏名】 春田 将人

【特許出願人】

 【識別番号】 390005175

 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

 【識別番号】 100097490

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 細田 益稔

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 082578

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018593

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ネットワークアナライザ、ネットワーク解析方法、プログラムおよび記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、

前記入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段と、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段および前記信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得手段と、

を備えたネットワークアナライザ。

【請求項2】

請求項1に記載のネットワークアナライザであって、

前記反射信号測定手段は、前記ネットワークアナライザに接続された校正用具から前記入力信号が反射された前記反射信号に関する所定のパラメータを測定し

、
前記校正用具は、開放、短絡および標準負荷の三種類の状態を実現するものであるネットワークアナライザ。

【請求項3】

請求項1または2に記載のネットワークアナライザであって、

前記入力信号が出力された後に前記入力信号を受信信号として受信する受信手段を備え、

前記受信手段は、前記受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定手段を有し、

前記測定系誤差要因取得手段は、前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段、前記信号出力取得手段および前記受信信号測定手段の測定結果に基づき、測

定系誤差要因を取得する、

ネットワークアナライザ。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のネットワークアナライザであって、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果および前記測定系誤差要因に基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定手段を備えたネットワークアナライザ。

【請求項 5】

請求項 3 に記載のネットワークアナライザであって、

前記受信手段は、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定手段と、

前記入力信号が前記受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段と、

前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段および前記受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得手段と、

を備えたネットワークアナライザ。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のネットワークアナライザであって、

前記受信側反射信号測定手段は前記受信信号測定手段であるネットワークアナライザ。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載のネットワークアナライザであって、

前記受信側反射信号測定手段は、前記ネットワークアナライザに接続された校正用具から前記入力信号が反射された前記反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記校正用具は、開放、短絡および標準負荷の三種類の状態を実現するものであるネットワークアナライザ。

【請求項 8】

請求項 5 ないし 7 のいずれか一項に記載のネットワークアナライザであって、

前記反射信号測定手段は前記入力信号が前記受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、

前記受信側測定系誤差要因取得手段は、前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段、前記受信側信号出力取得手段および前記反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

ネットワークアナライザ。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のネットワークアナライザであって、

前記入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時に、

前記受信側反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記受信手段から出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、

前記入力信号が直接に前記被測定物に与えられる時の前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測

定結果と、前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時の前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段ならびに前記反射信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果と、前記測定系誤差要因とに基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定手段を備えたネットワークアナライザ。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のネットワークアナライザであって、

前記入力信号を直接に前記被測定物に与えるか、あるいは前記受信手段を介して前記被測定物に与えるかを選択する選択手段を備えたネットワークアナライザ

【請求項 11】

請求項 4、9 および 10 のいずれか一項に記載のネットワークアナライザであって、

前記被測定物の入力周波数と出力周波数とが異なるネットワークアナライザ。

【請求項 12】

請求項 11 に記載のネットワークアナライザであって、

前記被測定物がミキサであるネットワークアナライザ。

【請求項 13】

請求項 1 ないし 12 のいずれか一項に記載のネットワークアナライザであって

前記所定のパラメータは S パラメータあるいはパワーであるネットワークアナライザ。

【請求項 14】

入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定工程と、

前記入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定工程と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得工程と、

前記入力信号測定工程、前記反射信号測定工程および前記信号出力取得工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得工程と、
を備えたネットワーク解析方法。

【請求項 15】

前記入力信号が出力された後に前記入力信号を受信信号として受信する受信手段を有するネットワークアナライザによってネットワーク解析を行う請求項 14 に記載のネットワーク解析方法であって、

前記受信手段において前記受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定工程を有し、

前記測定系誤差要因取得工程は、前記入力信号測定工程、前記反射信号測定工程、前記信号出力取得工程および前記受信信号測定工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

ネットワーク解析方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のネットワーク解析方法であって、

前記反射信号測定工程は、前記入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号測定工程、前記反射信号測定工程ならびに前記受信信号測定工程の前記被測定物に関する測定結果および前記測定系誤差要因に基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定工程を備えたネットワーク解析方法。

【請求項 17】

請求項 15 に記載のネットワーク解析方法であって、

前記受信手段において、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定工程と、

前記入力信号が前記受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関す

る所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定工程と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得工程と、

前記受信側入力信号測定工程、前記受信側反射信号測定工程および前記受信側信号出力取得工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得工程と、

を備えたネットワーク解析方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のネットワーク解析方法であって、

前記反射信号測定工程は前記入力信号が前記受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、

前記受信側測定系誤差要因取得工程は、前記受信側入力信号測定工程、前記受信側反射信号測定工程、前記受信側信号出力取得工程および前記反射信号測定工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

ネットワーク解析方法。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のネットワーク解析方法であって、

前記入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、

前記反射信号測定工程は、前記入力信号が前記被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時に、

前記受信側反射信号測定工程は、前記入力信号が前記被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記反射信号測定工程は、前記入力信号が前記受信工程から出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、

前記入力信号が直接に前記被測定物に与えられる時の前記入力信号測定工程、前記反射信号測定工程ならびに前記受信信号測定工程の前記被測定物に関する測

定結果と、前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時の前記受信側入力信号測定工程、前記受信側反射信号測定工程ならびに前記反射信号測定工程の前記被測定物に関する測定結果と、前記測定系誤差要因とに基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定工程を備えたネットワーク解析方法。

【請求項 2 0】

入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、前記入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段とを有するネットワークアナライザにおけるネットワーク解析処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段および前記信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 2 1】

請求項 2 0 に記載のプログラムであって、

前記ネットワークアナライザは、

前記入力信号が出力された後に前記入力信号を受信信号として受信する受信手段を備え、

前記受信手段は、前記受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定手段を有し、

前記測定系誤差要因取得処理は、前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段、前記信号出力取得手段および前記受信信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

プログラム。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載のプログラムであって、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が被測定物から反射された反射信号に

関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果および前記測定系誤差要因に基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 に記載のプログラムであって、

前記受信手段は、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定手段と、

前記入力信号が前記受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段と、

を有し、

前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段および前記受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載のプログラムであって、

前記反射信号測定手段は前記入力信号が前記受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、

前記受信側測定系誤差要因取得処理は、前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段、前記受信側信号出力取得手段および前記反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

プログラム。

【請求項 2 5】

請求項 24 に記載のプログラムであって、

前記入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時に、

前記受信側反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記受信手段から出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、

前記入力信号が直接に前記被測定物に与えられる時の前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果と、前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時の前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段ならびに前記反射信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果と、前記測定系誤差要因とに基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 26】

入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、前記入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段とを有するネットワークアナライザにおけるネットワーク解析処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段および前記信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【請求項 27】

請求項 26 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記ネットワークアナライザは、

前記入力信号が出力された後に前記入力信号を受信信号として受信する受信手段を備え、

前記受信手段は、前記受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定手段を有し、

前記測定系誤差要因取得処理は、前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段、前記信号出力取得手段および前記受信信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

プログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【請求項 28】

請求項 27 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果および前記測定系誤差要因に基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【請求項 29】

請求項 27 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記受信手段は、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定

する受信側入力信号測定手段と、

前記入力信号が前記受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、

前記入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段と、

を有し、

前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段および前記受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【請求項 3 0】

請求項 2 9 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記反射信号測定手段は前記入力信号が前記受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、

前記受信側測定系誤差要因取得処理は、前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段、前記受信側信号出力取得手段および前記反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、

プログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【請求項 3 1】

請求項 3 0 に記載のプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記受信手段は、前記入力信号が出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を前記受信信号として受信し、

前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時に、

前記受信側反射信号測定手段は、前記入力信号が前記被測定物から反射された

受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、

前記反射信号測定手段は、前記入力信号が前記受信手段から出力された後に前記被測定物を介して前記入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、

前記入力信号が直接に前記被測定物に与えられる時の前記入力信号測定手段、前記反射信号測定手段ならびに前記受信信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果と、前記入力信号が前記受信手段を介して前記被測定物に与えられる時の前記受信側入力信号測定手段、前記受信側反射信号測定手段ならびに前記反射信号測定手段の前記被測定物に関する測定結果と、前記測定系誤差要因とに基づき前記被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被測定物の回路パラメータを演算計測するネットワークアナライザに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、被測定物（DUT：Device Under Test）の回路パラメータ（例えば、Sパラメータ）を測定することが行われている。従来技術にかかる被測定物（DUT）の回路パラメータの測定法を図20を参照して説明する。

【0003】

信号源110から周波数 f_1 の信号をDUT200を介して受信部120に送信する。この信号は受信部120により受信される。受信部120により受信された信号の周波数を f_2 とする。受信部120により受信された信号を測定することによりDUT200のSパラメータや周波数特性を取得することができる。

【0004】

このとき、信号源110等の測定系とDUT200との不整合などにより測定に測定系誤差が生ずる。この測定系誤差は、例えば E_d ：ブリッジの方向性に起因

する誤差、 E_r ：周波数トラッキングに起因する誤差、 E_s ：ソースマッチングに起因する誤差、である。周波数 $f_1 = f_2$ の場合の信号源 110 に関するシグナルフロログラフを図 21 に示す。RF IN は、信号源 110 から DUT 200 等に入力する信号、 S_{11m} は DUT 200 等から反射されてきた信号から求められた DUT 200 等の S パラメータ、 S_{11a} は測定系誤差の無い真の DUT 200 等の S パラメータである。

【0005】

周波数 $f_1 = f_2$ の場合は、例えば特開平 11-38054 号に記載のようにして誤差を補正することができる。このような補正をキャリブレーションという。キャリブレーションについて概説する。信号源 110 に校正キットを接続し、オープン（開放）、ショート（短絡）、ロード（標準負荷 Z_0 ）の三種類の状態を実現する。このときの校正キットから反射された信号をブリッジにより取得して三種類の状態に対応した三種類の S パラメータ（ S_{11m} ）を求める。三種類の S パラメータから三種類の変数 E_d 、 E_r 、 E_s を求める。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合がある。例えば、DUT 200 がミキサ等の周波数変換機能を有するデバイスである場合である。このような場合は、上記のようなキャリブレーションでは誤差を補正できない。周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合の信号源 110 に関するシグナルフロログラフを図 22 に示す。 E_d 、 E_s は周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しい場合と同様であるが、 E_r は E_{r1} および E_{r2} に分かれてしまう。上記のようなキャリブレーションでは三種類の S パラメータ（ S_{11m} ）しか求めないため、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ しか求めることができない。よって、 E_{r1} および E_{r2} を求めることができない。

【0007】

さらに、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合は、受信部 120 による測定系誤差も無視できない。信号源 110 と受信部 120 とを直結した場合のシグナルフロログラフを図 23 に示す。 S_{21m} は、受信部 120 が受信した信号か

ら求められたDUT200等のSパラメータである。図23に示すように、 E_t 、 E_L という受信部120による測定系誤差が生ずる。これについても、上記のようなキャリブレーションでは求めることができない。

【0008】

よって、周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合は、測定系誤差を求めることができず、誤差を含んだおよその値を測定することになる。

【0009】

そこで、本発明は、被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合であっても測定系の誤差を補正することができるようにすることを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段と、入力信号測定手段、反射信号測定手段および信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得手段とを備えるように構成される。

【0011】

信号出力取得手段は、入力信号に関する所定のパラメータを測定系誤差要因の生じた後に取得する。これにより、周波数トラッキングに起因する誤差などを向きに応じて分離することができる。

【0012】

被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合は、周波数トラッキングに起因する誤差などが向きによって異なる。よって、向きに応じて測定系誤差要因を分離することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。

【0013】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明であって、反射信号測定手段

は、ネットワークアナライザに接続された校正用具から入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、校正用具は、開放、短絡および標準負荷の三種類の状態を実現するものであるように構成される。

【0014】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の発明であって、入力信号が出力された後に入力信号を受信信号として受信する受信手段を備え、受信手段は、受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定手段を有し、測定系誤差要因取得手段は、入力信号測定手段、反射信号測定手段、信号出力取得手段および受信信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するように構成される。

【0015】

受信信号測定手段が、受信信号に関する所定のパラメータ（例えばSパラメータ）を測定するため、受信手段における測定系誤差要因を取得できる。

【0016】

被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合は、受信手段における測定系誤差要因を無視できない。よって、受信手段における測定系誤差要因を取得することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。

【0017】

請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明であって、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果および測定系誤差要因に基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定手段を備えたように構成される。

【0018】

向きに応じて測定系誤差要因を分離し、しかも受信手段における測定系誤差要因を取得したので、入力信号測定手段、反射信号測定手段および受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果と組み合わせれば、被測定物に関する所定のパラメータ（例えばSパラメータ）を誤差を補正しながら測定できる。

【 0 0 1 9 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明であって、受信手段は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定手段と、入力信号が受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段と、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段および受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得手段とを備えるように構成される。

【 0 0 2 0 】

受信側信号出力取得手段は、入力信号に関する所定のパラメータ（例えば S パラメータ）を測定系誤差要因の生じた後に取得する。これにより、受信側において周波数トラッキングに起因する誤差などを向きに応じて分離することができる。

【 0 0 2 1 】

被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合は、受信側においても周波数トラッキングに起因する誤差などが向きによって異なる。よって、向きに応じて受信側においても測定系誤差要因を分離することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の発明であって、受信側反射信号測定手段は受信信号測定手段であるように構成される。

【 0 0 2 3 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 5 または 6 に記載の発明であって、受信側反射信号測定手段は、ネットワークアナライザに接続された校正用具から入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、校正用具は、開放、短絡および標準負荷の三種類の状態を実現するものであるように構成される。

【 0 0 2 4 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 5 ないし 7 のいずれか一項に記載の発明であ

って、反射信号測定手段は入力信号が受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、受信側測定系誤差要因取得手段は、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段、受信側信号出力取得手段および反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するように構成される。

【 0 0 2 5 】

反射信号測定手段が、入力信号が受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータ（例えばSパラメータ）を測定するため、信号出力手段側において信号を受信した場合の測定系誤差要因を取得できる。

【 0 0 2 6 】

被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合は、信号出力手段側において信号を受信した場合の測定系誤差要因を無視できない。よって、信号出力手段側において信号を受信した場合の測定系誤差要因を取得することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。

【 0 0 2 7 】

請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の発明であって、入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時に、受信側反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、反射信号測定手段は、入力信号が受信手段から出力された後に被測定物を介して入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、入力信号が直接に被測定物に与えられる時の入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時の受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段ならびに反射信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、測定系誤差要因とに基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定手段を備えるように構成される。

【 0 0 2 8 】

入力信号が信号出力手段から直接に被測定物に与えられる時は、向きに応じて測定系誤差要因を分離し、しかも受信手段における測定系誤差要因を取得する。さらに、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時は、受信側においても測定系誤差要因を分離し、しかも信号出力手段側において信号を受信した場合の測定系誤差要因を取得する。よって、被測定物に関する測定結果と組み合わせれば、被測定物に関する所定のパラメータ（例えばSパラメータ）を誤差を補正しながら測定できる。

【 0 0 2 9 】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載の発明であって、入力信号を直接に被測定物に与えるか、あるいは受信手段を介して被測定物に与えるかを選択する選択手段を備えるように構成される。

【 0 0 3 0 】

請求項11に記載の発明は、請求項4、9および10のいずれか一項に記載の発明であって、被測定物の入力周波数と出力周波数とが異なるように構成される。

【 0 0 3 1 】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の発明であって、被測定物がミキサであるように構成される。

【 0 0 3 2 】

請求項13に記載の発明は、請求項1ないし12のいずれか一項に記載の発明であって、所定のパラメータはSパラメータあるいはパワーであるように構成される。

【 0 0 3 3 】

請求項14に記載の発明は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定工程と、入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定工程と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得工程と、入力信号測定工程、反射信号測定工程および信号出力取得工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得工程とを備えるように構成

される。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 5 に記載の発明は、入力信号が出力された後に入力信号を受信信号として受信する受信手段を有するネットワークアナライザによってネットワーク解析を行う請求項 1 4 に記載の発明であって、受信手段において受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定工程を有し、測定系誤差要因取得工程は、入力信号測定工程、反射信号測定工程、信号出力取得工程および受信信号測定工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するように構成される。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 6 に記載の発明は、請求項 1 5 に記載の発明であって、反射信号測定工程は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号測定工程、反射信号測定工程ならびに受信信号測定工程の被測定物に関する測定結果および測定系誤差要因に基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定工程を備えたように構成される。

【 0 0 3 6 】

請求項 1 7 に記載の発明は、請求項 1 5 に記載の発明であって、受信手段において、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定工程と、入力信号が受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定工程と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得工程と、受信側入力信号測定工程、受信側反射信号測定工程および受信側信号出力取得工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得工程とを備えるように構成される。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 8 に記載の発明は、請求項 1 7 に記載の発明であって、反射信号測定工程は入力信号が受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、受信側測定系誤差要因取得工程は、受信側入力信号測定工程、受信側反射信

号測定工程、受信側信号出力取得工程および反射信号測定工程の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するように構成される。

【 0 0 3 8 】

請求項 1 9 に記載の発明は、請求項 1 8 に記載の発明であって、入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、反射信号測定工程は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時に、受信側反射信号測定工程は、入力信号が被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、反射信号測定工程は、入力信号が受信工程から出力された後に被測定物を介して入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、入力信号が直接に被測定物に与えられる時の入力信号測定工程、反射信号測定工程ならびに受信信号測定工程の被測定物に関する測定結果と、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時の受信側入力信号測定工程、受信側反射信号測定工程ならびに反射信号測定工程の被測定物に関する測定結果と、測定系誤差要因とに基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定工程を備えるように構成される。

【 0 0 3 9 】

請求項 2 0 に記載の発明は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段とを有するネットワークアナライザにおけるネットワーク解析処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、入力信号測定手段、反射信号測定手段および信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【 0 0 4 0 】

請求項 2 1 に記載の発明は、請求項 2 0 に記載の発明であって、ネットワークアナライザは、入力信号が出力された後に入力信号を受信信号として受信する受

信手段を備え、受信手段は、受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信信号測定手段を有し、測定系誤差要因取得処理は、入力信号測定手段、反射信号測定手段、信号出力取得手段および受信信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するプログラムである。

【 0 0 4 1 】

請求項 2 2 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の発明であって、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果および測定系誤差要因に基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【 0 0 4 2 】

請求項 2 3 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載の発明であって、受信手段は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定手段と、入力信号が受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段とを有し、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段および受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【 0 0 4 3 】

請求項 2 4 に記載の発明は、請求項 2 3 に記載の発明であって、反射信号測定手段は入力信号が受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、受信側測定系誤差要因取得処理は、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段、受信側信号出力取得手段および反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するプログラムである。

【 0 0 4 4 】

請求項 2 5 に記載の発明は、請求項 2 4 に記載の発明であって、入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時に、受信側反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、反射信号測定手段は、入力信号が受信手段から出力された後に被測定物を介して入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、入力信号が直接に被測定物に与えられる時の入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時の受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段ならびに反射信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、測定系誤差要因とに基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

【 0 0 4 5 】

請求項 2 6 に記載の発明は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する入力信号測定手段と、入力信号が反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定する反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する信号出力取得手段とを有するネットワークアナライザにおけるネットワーク解析処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、入力信号測定手段、反射信号測定手段および信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 4 6 】

請求項 2 7 に記載の発明は、請求項 2 6 に記載の発明であって、ネットワークアナライザは、入力信号が出力された後に入力信号を受信信号として受信する受信手段を備え、受信手段は、受信信号に関する所定のパラメータを測定する受信

信号測定手段を有し、測定系誤差要因取得処理は、入力信号測定手段、反射信号測定手段、信号出力取得手段および受信信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得するプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 4 7 】

請求項 2 8 に記載の発明は、請求項 2 7 に記載の発明であって、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果および測定系誤差要因に基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 4 8 】

請求項 2 9 に記載の発明は、請求項 2 7 に記載の発明であって、受信手段は、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生ずる前に測定する受信側入力信号測定手段と、入力信号が受信手段から出力されて反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定する受信側反射信号測定手段と、入力信号に関する所定のパラメータを、測定系誤差要因の生じた後に取得する受信側信号出力取得手段とを有し、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段および受信側信号出力取得手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する受信側測定系誤差要因取得処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 4 9 】

請求項 3 0 に記載の発明は、請求項 2 9 に記載の発明であって、反射信号測定手段は入力信号が受信手段から出力された後に受信して所定のパラメータを測定し、受信側測定系誤差要因取得処理は、受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段、受信側信号出力取得手段および反射信号測定手段の測定結果に基づき、測定系誤差要因を取得する、プログラムを記録したコンピュータによって読

み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 5 0 】

請求項 3 1 に記載の発明は、請求項 3 0 に記載の発明であって、入力信号が直接に被測定物に与えられる時に、反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された反射信号に関する所定のパラメータを測定し、受信手段は、入力信号が出力された後に被測定物を介して入力信号を受信信号として受信し、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時に、受信側反射信号測定手段は、入力信号が被測定物から反射された受信側反射信号に関する所定のパラメータを測定し、反射信号測定手段は、入力信号が受信手段から出力された後に被測定物を介して入力信号を受信して所定のパラメータを測定し、入力信号が直接に被測定物に与えられる時の入力信号測定手段、反射信号測定手段ならびに受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、入力信号が受信手段を介して被測定物に与えられる時の受信側入力信号測定手段、受信側反射信号測定手段ならびに反射信号測定手段の被測定物に関する測定結果と、測定系誤差要因とに基づき被測定物に関する所定のパラメータを測定するパラメータ測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【 0 0 5 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【 0 0 5 2 】

第一の実施形態

図 1 は、第一の実施の形態に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。ネットワークアナライザ 1 には、DUT (Device Under Test : 被測定物) 2 が接続されている。ネットワークアナライザ 1 は、DUT 2 の回路パラメータ、例えば S パラメータを測定する。DUT 2 は入力端子 2 a、出力端子 2 b を有する。入力端子 2 a における信号の周波数 f_1 と、出力端子 2 b における信号の周波数 f_2 とは異なってもよい。例えば、DUT 2 が周波数変換機能を有するもの（例、ミキサ）であれば $f_1 \neq f_2$ である。

【 0 0 5 3 】

ネットワークアナライザ 1 は、信号源 1 0、受信手段 2 0、測定系誤差要因記録部 3 0、回路パラメータ測定部 4 0、測定系誤差要因取得部 5 0、パワーメータ用端子 6 0、信号出力取得部 6 2 を備える。

【 0 0 5 4 】

信号源 1 0 は、DUT 2 に信号を供給する。信号源 1 0 は、信号出力部 1 2、ブリッジ 1 4 a、1 4 b、レシーバ (RS) 1 6 a (入力信号測定手段)、レシーバ (TS) 1 6 b (反射信号測定手段)、出力端子 1 8 を有する。

【 0 0 5 5 】

信号出力部 1 2 は、所定の周波数 f_1 の入力信号を出力する。なお、所定の周波数は変更可能である。

【 0 0 5 6 】

ブリッジ 1 4 a は、信号出力部 1 2 から出力された信号をレシーバ (RS) 1 6 a に供給する。ブリッジ 1 4 a が供給する信号は、信号源 1 0 による測定系誤差要因の影響を受けていない信号といえる。ブリッジ 1 4 b は、入力信号が出力端子 1 8 から出力され、さらに反射して戻ってきた反射信号をレシーバ (TS) 1 6 b に供給する。なお、ブリッジ 1 4 a、1 4 b はパワースプリッタでもよい。以後において説明する、その他のブリッジについてもパワースプリッタで代用可能である。

【 0 0 5 7 】

レシーバ (RS) 1 6 a (入力信号測定手段) は、ブリッジ 1 4 a を介して受けた信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (RS) 1 6 a は、信号源 1 0 による測定系誤差要因の影響の生ずる前に、入力信号に関する S パラメータを測定する。

【 0 0 5 8 】

レシーバ (TS) 1 6 b (反射信号測定手段) は、ブリッジ 1 4 b を介して受けた信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (TS) 1 6 b は、反射信号に関する S パラメータを測定する。

【 0 0 5 9 】

出力端子 1 8 は、入力信号を出力するための端子である。

【 0 0 6 0 】

受信手段 2 0 は、入力信号が出力端子 1 8 から出力された後に、入力信号を受信信号として受信する。図 1 の例では D U T 2 を介して入力信号を受信信号として受信する。受信手段 2 0 は、ブリッジ 2 4 a、レシーバ (T R) 2 6 a、入力端子 2 8 を有する。

【 0 0 6 1 】

ブリッジ 2 4 a は、入力端子 2 8 から入力された信号をレシーバ (T R) 2 6 a に供給する。レシーバ (T R) 2 6 a (受信信号測定手段) は、受信信号の S パラメータを測定する。入力端子 2 8 は、受信手段 2 0 が信号を受けるための端子である。図 1 に示すような場合は、入力端子 2 8 は、D U T 2 を介して入力信号を受ける。

【 0 0 6 2 】

測定系誤差要因記録部 3 0 は、ネットワークアナライザ 1 の測定系誤差要因を記録する。測定系誤差要因は、E d (ブリッジの方向性に起因する誤差)、E r 1、E r 2 (周波数トラッキングに起因する誤差)、E s (ソースマッチングに起因する誤差)、E t がある。図 1 に示す状態をシグナルフローグラフで表現したものを図 2 に示す。S 1 1 a、S 2 1 a、S 1 2 a、S 2 2 a は D U T 2 の真の (測定系誤差要因の影響を排除した) S パラメータであり、E L はさらなる測定系誤差要因である。ただし、S 1 2 a、S 2 2 a、E L は第一の実施形態においては無視する。

【 0 0 6 3 】

回路パラメータ測定部 4 0 は、レシーバ (R S) 1 6 a (入力信号測定手段)、レシーバ (T S) 1 6 b (反射信号測定手段)、レシーバ (T R) 2 6 a (受信信号測定手段) の D U T 2 に関する測定データ (S パラメータ) と、測定系誤差要因記録部 3 0 の記録する測定系誤差要因とに基づき、D U T 2 の真の (測定系誤差要因の影響を排除した) S パラメータ (S 1 1 a、S 2 1 a) を測定する。ただし、レシーバ (R S) 1 6 a (入力信号測定手段) の D U T 2 に関する測定データは R、レシーバ (T S) 1 6 b (反射信号測定手段) の D U T 2 に関す

る測定データはS11m、レシーバ (TR) 26a (受信信号測定手段) のDUT2に関する測定データはS21mである (図2参照)。

【0064】

なお、レシーバ (RS) 16a等のDUT2に関する測定データとは、ネットワークアナライザ1にDUT2が接続された時の、レシーバ (RS) 16a等により測定されるデータを意味する。

【0065】

レシーバ (RS) 16aのDUT2に関する測定データは、ネットワークアナライザ1にDUT2が接続された時の、レシーバ (RS) 16aにより測定されるデータである。レシーバ (TS) 16bのDUT2に関する測定データは、ネットワークアナライザ1にDUT2が接続された時の、入力信号がDUT2から反射された反射信号をレシーバ (TS) 16bが測定したデータである。また、入力信号が出力端子18から出力された後に、DUT2を介して入力信号を受信信号として受信手段20が受信する。この受信信号に関するレシーバ (TR) 26aによる測定データが、レシーバ (TR) 26aのDUT2に関する測定データである。

【0066】

回路パラメータ測定部40は、下記の数式にのっとってS11a、S21aを測定する。

【0067】

【数1】

$$S11a = \frac{Er1Er2 \cdot R}{S11m - Ed \cdot R + EsEr1Er2 \cdot R}$$

$$S21a = \left(1 - \frac{EsEr1Er2 \cdot R}{S11m - Ed \cdot R + EsEr1Er2 \cdot R} \right) \frac{S21m}{Er1Et \cdot R}$$

測定系誤差要因取得部 50 は、レシーバ (RS) 16 a (入力信号測定手段)、レシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段)、レシーバ (TR) 26 a (受信信号測定手段) および信号出力取得部 62 の測定結果に基づき測定系誤差要因 (E_d 、 E_{r1} 、 E_{r2} 、 E_s 、 E_t) を取得する。測定系誤差要因の取得にあたっては、信号源 10 に校正用具 4、パワーメータ 6、受信手段 20 を順々に接続していく。

【0068】

測定系誤差要因取得部 50 の構成を図 3 に示す。測定系誤差要因取得部 50 は、切替器 52、第一測定系誤差要因取得部 54、第二測定系誤差要因取得部 56、第三測定系誤差要因取得部 58 を有する。

【0069】

切替器 52 は、レシーバ (RS) 16 a (入力信号測定手段) およびレシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段) から測定データ (例えば S パラメータ) を受け、信号源 10 に接続されるものの種類に応じ、これらの信号を、第一測定系誤差要因取得部 54、第二測定系誤差要因取得部 56 および第三測定系誤差要因取得部 58 のいずれか一つに出力する。

【0070】

すなわち、切替器 52 は、信号源 10 に校正用具 4 が接続されている時は第一測定系誤差要因取得部 54 に、信号源 10 にパワーメータ 6 が接続されている時は第二測定系誤差要因取得部 56 に、信号源 10 に受信手段 20 が接続されている時は第三測定系誤差要因取得部 58 に、レシーバ (RS) 16 a およびレシーバ (TS) 16 b から受けた測定データ (例えば S パラメータ) を出力する。ただし、第二測定系誤差要因取得部 56 および第三測定系誤差要因取得部 58 にはレシーバ (TS) 16 b から受けた測定データを出力しなくてもよい。

【0071】

第一測定系誤差要因取得部 54 は、信号源 10 に校正用具 4 が接続されている時に、レシーバ (RS) 16 a およびレシーバ (TS) 16 b の測定データを受

け、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ (E_{r1} と E_{r2} との積)を取得する。信号源10に校正用具4が接続されている状態を図4(a)に示す。校正用具4の端子4aと信号源10の出力端子18とが接続されている。なお、ネットワークアナライザ1の信号源10以外の部分は図4(a)においては省略している。校正用具4は、特開平11-38054号に記載のようにオープン(開放)、ショート(短絡)、ロード(標準負荷 Z_0)の三種類の状態を実現する周知のものである。

【0072】

校正用具4の外観は図4(b)に示すようなものであり、校正用具4は、コネクタ4a、本体4bを有する。図4(c)はオープン素子で端末4cは開放されているが浮遊容量Cが存在する。図4(d)はショート素子で端末4dは短絡されている。図4(e)はロード素子で端末4eは標準負荷(インピーダンス) Z_0 で終端されている。

【0073】

信号源10に校正用具4が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現したものを図5に示す。ここで、レシーバ(RS)16aの測定データはR、レシーバ(TS)16bの測定データはTである。RとTとの関係は、下記の数式の通りである

【0074】

【数2】

$$\frac{T}{R} = E_d + \frac{E_{r1}E_{r2} \cdot X}{1 - E_s X}$$

ここで、校正用具4が三種類接続されるため、RとTとの組み合わせは三種類

求められる。よって、求められる変数も E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ という三種類の変数である。

【 0 0 7 5 】

第二測定系誤差要因取得部 5 6 は、信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 にパワーメータ 6 が接続されている時に、レシーバ (RS) 1 6 a の測定データ、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ (第一測定系誤差要因取得部 5 4 の取得した測定系誤差要因)、および信号出力取得部 6 2 の出力 (パワー P) を受け、 E_{r1} 、 E_{r2} を取得する。

【 0 0 7 6 】

信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 にパワーメータ 6 が接続されている状態を図 6 に示す。なお、ネットワークアナライザ 1 の信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 以外の部分は図 6 においては省略している。パワーメータ 6 の端子 6 a は信号源 1 0 の出力端子 1 8 に接続されている。パワーメータ 6 の端子 6 b はパワーメータ用端子 6 0 に接続されている。パワーメータ 6 は、端子 6 a を介して受けた信号のパワーを測定する。信号出力取得部 6 2 はパワーメータ用端子 6 0 および端子 6 b を介して、パワー P を取得し、第二測定系誤差要因取得部 5 6 に出力する。

【 0 0 7 7 】

信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 にパワーメータ 6 が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現したものを図 7 に示す。ここで、レシーバ (RS) 1 6 a の測定データは R 、パワーメータ 6 の測定データは P である。図 7 から明らかなように、 P は入力信号に関するパラメータであり、測定系誤差要因が生じた後に取得されたものである。 R と P との関係は、下記の数式の通りである

【 0 0 7 8 】

【数 3】

$$\frac{P}{R} = \frac{Er1}{1 - EsEp}$$

ここで、 Es は既知、 Ep は測定可能なので、 $Er1$ を求めることができる。
 $Er1 \cdot Er2$ は既知なので、 $Er2$ もまた求めることができる。このように、
 $Er1 \cdot Er2$ から、シグナルフロログラフ（図 7 参照）においては互いに逆向
 きの $Er1$ 、 $Er2$ を求めることができる。いわば、 $Er1 \cdot Er2$ において一
 体となっていた $Er1$ および $Er2$ を分離できる。

【0079】

第一測定系誤差要因取得部 54 は、レシーバ (RS) 16a (入力信号測定手
 段) およびレシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段) の測定データを受け、
 Ed 、 Es 、 $Er1 \cdot Er2$ を取得する。第二測定系誤差要因取得部 56 は、レ
 シーバ (RS) 16a (入力信号測定手段) および信号出力取得部 62 の測定デ
 ータを受け、 $Er1$ 、 $Er2$ を取得する。よって、第一測定系誤差要因取得部 5
 4 および第二測定系誤差要因取得部 56 は、レシーバ (RS) 16a (入力信号
 測定手段)、レシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段) および信号出力取得
 部 62 の測定データに基づき測定系誤差要因 (Ed 、 Es 、 $Er1$ 、 $Er2$) を
 取得する。

【0080】

第三測定系誤差要因取得部 58 は、信号源 10 に受信手段 20 が接続されてい
 る時に、レシーバ (RS) 16a の測定データ、 Ed 、 Es 、 $Er1$ 、 $Er2$ (
 第二測定系誤差要因取得部 56 の取得した測定系誤差要因)、およびレシーバ (
 TR) 26a の測定データを受け、 Et を取得する。

【 0 0 8 1 】

信号源 1 0 に受信手段 2 0 が接続されている状態を図 8 に示す。信号源 1 0 の出力端子 1 8 と、受信手段 2 0 の入力端子 2 8 とが接続されている。なお、ネットワークアナライザ 1 の信号源 1 0 および受信手段 2 0 以外の部分は図 8 においては省略している。

【 0 0 8 2 】

信号源 1 0 に受信手段 2 0 が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現したものを図 9 に示す。ここで、レシーバ (R S) 1 6 a の測定データは R、レシーバ (T R) 2 6 a (受信信号測定手段) の測定データは T R / S である。R と T R / S との関係は、下記の数式の通りである

【 0 0 8 3 】

【数 4】

$$\frac{TR/S}{R} = Er1Et$$

ここで、E r 1 は既知なので、E t を求めることができる。第三測定系誤差要因取得部 5 8 は、E d、E s、E r 1、E r 2、E t を測定系誤差要因記録部 3 0 に出力する。

【 0 0 8 4 】

パワーメータ用端子 6 0 は、パワーメータ 6 の端子 6 b に接続される。信号出力取得部 6 2 は、パワーメータ用端子 6 0 および端子 6 b を介して、パワー P を取得し、第二測定系誤差要因取得部 5 6 に出力する。

【 0 0 8 5 】

次に、第一の実施形態の動作を説明する。図 1 0 は、第一の実施形態の動作を

示すフローチャートである。

【0086】

まず、ネットワークアナライザ1は、測定系誤差要因 (E_d 、 E_s 、 E_{r1} 、 E_{r2} 、 E_t) を測定する (S10)。測定された測定系誤差要因は、測定系誤差要因記録部30に記録される。測定系誤差要因の測定の際の動作を図1.1のフローチャートを参照して説明する。

【0087】

まず、信号源10に三種類の校正用具4を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16aが測定する。入力信号は、出力端子18を介して校正用具4に入力される。そして、校正用具4から反射された反射信号をレシーバ (TS) 16bが測定する。第一測定系誤差要因取得部54はレシーバ (RS) 16aおよびレシーバ (TS) 16bの測定データを受け、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ (E_{r1} と E_{r2} との積) を取得する (S102)。

【0088】

次に、信号源10およびパワーメータ用端子60にパワーメータ6を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16aが測定する。入力信号は、出力端子18および端子6aを介してパワーメータ6に入力される。パワーメータ6は、この入力信号のパワーPを測定する。そして、信号出力取得部62はパワーメータ用端子60および端子6bを介して、パワーPを取得し、第二測定系誤差要因取得部56に出力する。第二測定系誤差要因取得部56は、レシーバ (RS) 16aの測定データ、 E_d 、 E_s 、 $E_{r1} \cdot E_{r2}$ (第一測定系誤差要因取得部54の取得した測定系誤差要因)、および信号出力取得部62の出力 (パワーP) を受け、 E_{r1} 、 E_{r2} を取得する (S104)。

【0089】

最後に、信号源10に受信手段20を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16aが測定する。入力信号は、出力端子18および入力端子28を介して、受信手段20に受信信号として

受信される。レシーバ (TR) 26 a は、この受信信号を測定する。そして、第三測定系誤差要因取得部 58 は、レシーバ (RS) 16 a の測定データ、 E_d 、 E_s 、 E_{r1} 、 E_{r2} (第二測定系誤差要因取得部 56 の取得した測定系誤差要因)、およびレシーバ (TR) 26 a の測定データを受け、 E_t を取得する (S106)。

【0090】

ここで、図10に戻り、ネットワークアナライザ1にはDUT2が接続され (図1参照)、DUT2のSパラメータ等 (R 、 S_{11m} 、 S_{21m}) が実測される (S20)。すなわち、信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16 a が測定する。この測定により得られたデータが R である。入力信号は、出力端子18を介してDUT2に入力される。そして、DUT2から反射された反射信号をレシーバ (TS) 16 b が測定する。この測定により得られたデータが S_{11m} である。入力信号が出力端子18から出力された後に、DUT2を介して入力信号を受信信号として受信手段20が受信する。この受信信号をレシーバ (TR) 26 a が測定する。この測定により得られたデータが S_{21m} である。これらの実測されたデータは、回路パラメータ測定部40に送られる。

【0091】

最後に、回路パラメータ測定部40が、レシーバ (RS) 16 a、レシーバ (TS) 16 b、レシーバ (TR) 26 a のDUT2に関するSパラメータと、測定系誤差要因記録部30の記録する測定系誤差要因とに基づき、DUT2の真のSパラメータ (S_{11a} 、 S_{21a}) を測定する (S30)。

【0092】

第一の実施形態によれば、信号出力取得部62は、入力信号に関するパワー P を測定系誤差要因の生じた後に取得する。これにより、周波数トラッキングに起因する誤差 E_{r1} 、 E_{r2} などを (シグナルフロログラフにおける) 向きに応じて分離することができる。DUT2の入力信号の周波数 f_1 と出力信号の周波数 f_2 とが異なる場合は、周波数トラッキングに起因する誤差 E_{r1} 、 E_{r2} などが向きによって異なる。よって、向きに応じて測定系誤差要因を分離することに

より、測定系の誤差の補正が可能となる。

【0093】

また、レシーバ (TR) 26a が、受信信号に関する S パラメータを測定するため、受信手段 20 における測定系誤差要因 E_t を取得できる。DUT 2 の入力信号の周波数 f_1 と出力信号の周波数 f_2 とが異なる場合は、受信手段 20 における測定系誤差要因 E_t を無視できない。よって、受信手段 20 における測定系誤差要因 E_t を取得することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。

【0094】

このように、向きに応じて測定系誤差要因 E_{r1} 、 E_{r2} を分離し、しかも受信手段 20 における測定系誤差要因 E_t を取得したので、レシーバ (RS) 16a、レシーバ (TS) 16b およびレシーバ (TR) 26a の DUT 2 に関する測定結果と組み合わせれば、DUT 2 に関する S パラメータを誤差を補正しながら測定できる。

【0095】

第二の実施形態

第二の実施形態は、第一の実施形態において無視した DUT 2 の真の (測定系誤差要因の影響を排除した) S パラメータ S_{12a} 、 S_{22a} をも測定可能とした点が第一の実施形態と異なる。

【0096】

図 12 は、第二の実施の形態に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。ネットワークアナライザ 1 は、信号源 10、受信手段 20、測定系誤差要因記録部 30、回路パラメータ測定部 40、測定系誤差要因取得部 50、パワーメータ用端子 60、信号出力取得部 62、受信側測定系誤差要因記録部 70 を備える。以下、第一の実施形態と同様な部分は同一の番号を付して説明を省略する。

【0097】

信号源 10 は、信号出力部 12、スイッチ 13、ブリッジ 14a、14b、レシーバ (RS) 16a (入力信号測定手段)、レシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段)、出力端子 18 を有する。スイッチ 13 以外は、第一の実施形態と

同様である。

【0098】

スイッチ13は、信号出力部12の出力する入力信号を直接にDUT2に与えるか、受信手段20を介してDUT2に与えるかを選択するためのスイッチである。スイッチ13は、端子13a、13b、13cを有する。端子13aは出力端子18に、端子13bは受信手段20に、端子13cは信号出力部12に接続されている。端子13aと端子13cとを接続する、すなわちスイッチ13を端子13aの側にすれば入力信号を直接にDUT2に与えることになる。このとき、信号生成部12は周波数 f_1 の信号を出力する。端子13aと端子13bとを接続する、すなわちスイッチ13を端子13bの側にすれば入力信号を受信手段20を介してDUT2に与えることになる。このとき、信号生成部12は周波数 f_2 の信号を出力する。

【0099】

なお、入力信号を受信手段20を介してDUT2に与える場合は、出力端子18から信号が信号源10に入力されることになる。ここで、ブリッジ14bは、この信号をレシーバ(TS)16bに供給する。

【0100】

受信手段20は、ブリッジ24a、24b、レシーバ(TR)26a、レシーバ(RR)26b、入力端子28を有する。入力端子28は、第一の実施形態と同様である。なお、ブリッジ24a、レシーバ(TR)26aは、入力信号を直接にDUT2に与える場合は、第一の実施形態と同様の機能を果たす。しかし、ブリッジ24a、レシーバ(TR)26aは、入力信号を受信手段20を介してDUT2に与える場合は、第一の実施形態とは異なった機能を果たす。これについては後述する。

【0101】

スイッチ13を端子13bの側にすれば、信号出力部12の出力する入力信号がスイッチ13を介して受信手段20に送られる。ブリッジ24bは、この入力信号をレシーバ(RR)26bに供給する。ブリッジ24bが供給する信号は、受信手段20における測定系誤差要因の影響を受けていない信号といえる。ブリ

ブリッジ 24 a は、入力信号が入力端子 28 から出力されさらに反射して戻ってきた受信側反射信号をレシーバ (TR) 26 a に供給する。

【0102】

レシーバ (TR) 26 a (受信側反射信号測定手段) は、ブリッジ 24 a を介して受けた受信側反射信号の S パラメータを測定する。レシーバ (TR) 26 a は、受信信号測定手段と受信側反射信号測定手段との機能を果たす。

【0103】

レシーバ (RR) 26 b (受信側入力信号測定手段) は、ブリッジ 24 b を介して受けた入力信号の S パラメータを測定する。よって、レシーバ (RR) 26 b は、受信手段 20 における測定系誤差要因の影響の生ずる前に、入力信号に関する S パラメータを測定する。

【0104】

測定系誤差要因記録部 30 は、ネットワークアナライザ 1 の測定系誤差要因を記録する。測定系誤差要因は、 E_d 、 E_{r1} 、 E_{r2} 、 E_s 、 E_t 、 E_L がある。ただし、入力信号を直接に DUT 2 に与える場合と、入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える場合とがあり、前者の場合を f (forward)、後者の場合を r (reverse) という添字を付して区別する。すなわち、測定系誤差要因は、 E_{df} 、 E_{r1f} 、 E_{r2f} 、 E_{sf} 、 E_{tf} 、 E_{Lf} および E_{dr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} 、 E_{sr} 、 E_{tr} 、 E_{Lr} がある。

【0105】

図 12 に示す状態をシグナルフローグラフで表現したものを図 13 に示す。図 13 (a) は入力信号を直接に DUT 2 に与える状態を示し、図 13 (b) は入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える状態を示す。

【0106】

回路パラメータ測定部 40 は、

(1) 入力信号を直接に DUT 2 に与える場合のレシーバ (RS) 16 a (入力信号測定手段)、レシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段)、レシーバ (TR) 26 a (受信信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データ (S パラメータ)、

(2) 入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える場合のレシーバ (RR) 26 b (受信側入力信号測定手段)、レシーバ (TR) 26 a (受信側反射信号測定手段)、レシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データ (S パラメータ)、

(3) 測定系誤差要因記録部 30 の記録する測定系誤差要因、
とに基づき、DUT 2 の真の (測定系誤差要因の影響を排除した) S パラメータ (S11a、S21a、S12a、S22a) を測定する。

【0107】

ただし、入力信号を直接に DUT 2 に与える場合の、レシーバ (RS) 16 a (入力信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データは R、レシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データは S11m、レシーバ (TR) 26 a (受信信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データは S21m である (図 13 (a) 参照)。

【0108】

また、入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える場合の、レシーバ (RR) 26 b (受信側入力信号測定手段) に関する測定データは R、レシーバ (TR) 26 a (受信側反射信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データは S22m、レシーバ (TS) 16 b (反射信号測定手段) の DUT 2 に関する測定データは S12m である (図 13 (b) 参照)。

【0109】

なお、レシーバ (RS) 16 a 等の DUT 2 に関する測定データとは、ネットワークアナライザ 1 に DUT 2 が接続された時の、レシーバ (RS) 16 a 等により測定されるデータを意味する。

【0110】

レシーバ (RS) 16 a の DUT 2 に関する測定データは、ネットワークアナライザ 1 に DUT 2 が接続された時の、レシーバ (RS) 16 a により測定されるデータである。レシーバ (TS) 16 b の DUT 2 に関する測定データは、ネットワークアナライザ 1 に DUT 2 が接続された時の、入力信号が DUT 2 から反射された反射信号をレシーバ (TS) 16 b が測定したデータである。また

、入力信号が出力端子 1 8 から出力された後に、DUT 2 を介して入力信号を受信信号として受信手段 2 0 が受信する。この受信信号に関するレシーバ (TR) 2 6 a による測定データが、レシーバ (TR) 2 6 a の DUT 2 に関する測定データである。これらは、信号出力部 1 2 の出力する入力信号を直接に DUT 2 に与える場合のことである。

【 0 1 1 1 】

レシーバ (RR) 2 6 b の DUT 2 に関する測定データは、ネットワークアナライザ 1 に DUT 2 が接続された時の、レシーバ (RR) 2 6 b により測定されるデータである。レシーバ (TR) 2 6 a の DUT 2 に関する測定データは、ネットワークアナライザ 1 に DUT 2 が接続された時の、入力信号が DUT 2 から反射された反射信号をレシーバ (TR) 2 6 a が測定したデータである。また、入力信号が入力端子 2 8 から出力された後に、DUT 2 を介して入力信号を信号源 1 0 が受信する。この信号に関するレシーバ (TS) 1 6 b による測定データが、レシーバ (TS) 1 6 b の DUT 2 に関する測定データである。これらは、信号出力部 1 2 の出力する入力信号を受信手段 2 0 を介して DUT 2 に与える場合のことである。

【 0 1 1 2 】

回路パラメータ測定部 4 0 は、下記の数式にのっとって S_{11a} 、 S_{21a} 、 S_{12a} 、 S_{22a} を測定する。

【 0 1 1 3 】

【数 5】

$$S_{11a} = \frac{1}{D} \left\{ \frac{S_{11m} - Edf}{Er1f \cdot Er2f} \left(1 + \frac{S_{22m} - Edr}{Er1r \cdot Er2r} Esr \right) - \left(\frac{S_{21m}}{Etf} \frac{S_{12m}}{Etr} ELf \right) \right\}$$

$$S_{21a} = \frac{1}{D} \left[\left\{ 1 + \frac{S_{22m} - Edr}{Er1r \cdot Er2r} (Esr - ELf) \right\} \frac{S_{21m}}{Etf} \right]$$

$$S_{12a} = \frac{1}{D} \left[\left\{ 1 + \frac{S_{11m} - Edf}{Er1f \cdot Er2f} (Esf - ELr) \right\} \frac{S_{12m}}{Etr} \right]$$

$$S_{22a} = \frac{1}{D} \left\{ \frac{S_{22m} - Edr}{Er1r \cdot Er2r} \left(1 + \frac{S_{11m} - Edf}{Er1f \cdot Er2f} Esf \right) - \left(\frac{S_{21m}}{Etf} \frac{S_{12m}}{Etr} ELr \right) \right\}$$

ただし、

$$D = \left(1 + \frac{S_{11m} - Edf}{Er1f \cdot Er2f} Esf \right) \left(1 + \frac{S_{22m} - Edr}{Er1r \cdot Er2r} Esr \right) - \left(\frac{S_{21m}}{Etf} \frac{S_{12m}}{Etr} ELf ELr \right)$$

測定系誤差要因取得部 50 は、レシーバ (RS) 16a (入力信号測定手段)、レシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段)、レシーバ (TR) 26a (受信信号測定手段) および信号出力取得部 62 の測定結果に基づき測定系誤差要因 (Edf、Er1f、Er2f、Esf、Etf、ELf) を取得する。測定系誤差要因の取得にあたっては、信号源 10 に校正用具 4、パワーメータ 6、受信手段 20 を順々に接続していく。

【0114】

測定系誤差要因取得部 50 の構成は第一の実施形態と同様である (図 3 参照)

。ただし、切替器 52 は、第三測定系誤差要因取得部 58 にはレシーバ (TS) 16b から受けた測定データをも出力する。また、第三測定系誤差要因取得部 58 は、E t f のみならず E L f をも求める。

【0115】

信号源 10 に受信手段 20 が接続されている状態をシグナルフロログラフで表現したものを図 9 に示した通りである。ここで、レシーバ (RS) 16a の測定データは R、レシーバ (TR) 26a (受信信号測定手段) の測定データは TR / S、レシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段) の測定データは TS / R である。R と TR / S との関係および R と TS / R との関係は、下記の数式の通りである。ただし、添字 f は省略してある。

【0116】

【数 6】

$$\frac{TS/R}{R} = \frac{Er1Er2EL}{1 - EsEL}$$

$$\frac{TR/S}{R} = \frac{Er1Et}{1 - EsEL}$$

R と TS / R との関係から E L f が求められ、R と TR / S との関係に E L f を代入すれば E t f が求められる。

【0117】

パワーメータ用端子 60 は、パワーメータ 6 の端子 6b に接続される。信号出力取得部 62 (受信側信号出力手段) は、パワーメータ用端子 60 および端子 6b を介して、パワー P を取得し、第二測定系誤差要因取得部 56 および後述する

第二受信側測定系誤差要因取得部 76 に出力する。

【0118】

受信側測定系誤差要因取得部 70 は、レシーバ (RR) 26b (受信側入力信号測定手段)、レシーバ (TR) 26a (受信側反射信号測定手段)、レシーバ (TS) 16b (反射信号測定手段) および信号出力取得部 62 の測定結果に基づき測定系誤差要因 (E_{dr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} 、 E_{sr} 、 E_{tr} 、 E_{Lr}) を取得する。測定系誤差要因の取得にあたっては、受信手段 20 の入力端子 28 に校正用具 4、パワーメータ 6、信号源 10 を順々に接続していく。

【0119】

受信側測定系誤差要因取得部 70 の構成を図 14 に示す。受信側測定系誤差要因取得部 70 は、切替器 72、第一受信側測定系誤差要因取得部 74、第二受信側測定系誤差要因取得部 76、第三受信側測定系誤差要因取得部 78 を有する。

【0120】

切替器 72 は、レシーバ (RR) 26b (受信側入力信号測定手段) およびレシーバ (TR) 26a (受信側反射信号測定手段) から測定データ (例えば S パラメータ) を受け、受信手段 20 に接続されるものの種類に応じ、これらの信号を、第一受信側測定系誤差要因取得部 74、第二受信側測定系誤差要因取得部 76 および第三受信側測定系誤差要因取得部 78 のいずれか一つに出力する。

【0121】

すなわち、切替器 72 は、受信手段 20 に校正用具 4 が接続されている時は第一受信側測定系誤差要因取得部 74 に、受信手段 20 にパワーメータ 6 が接続されている時は第二受信側測定系誤差要因取得部 76 に、受信手段 20 に信号源 10 が接続されている時は第三受信側測定系誤差要因取得部 78 に、レシーバ (RR) 26b およびレシーバ (TR) 26a から受けた測定データ (例えば S パラメータ) を出力する。ただし、第二受信側測定系誤差要因取得部 76 にはレシーバ (TR) 26a から受けた測定データを出力しなくてもよい。

【0122】

第一受信側測定系誤差要因取得部 74 は、受信手段 20 に校正用具 4 が接続されている時に、レシーバ (RR) 26b およびレシーバ (TR) 26a の測定デ

ータを受け、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ (E_{r1r} と E_{r2r} との積)を取得する。 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ の取得法は第一の実施形態における第一測定系誤差要因取得部54と同様である。

【0123】

第二受信側測定系誤差要因取得部76は、受信手段20およびパワーメータ用端子60にパワーメータ6が接続されている時に、レシーバ(RR)26bの測定データ、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ (第一受信側測定系誤差要因取得部74の取得した測定系誤差要因)、および信号出力取得部62の出力(パワーP)を受け、 E_{r1r} 、 E_{r2r} を取得する。 E_{r1r} 、 E_{r2r} の取得法は第一の実施形態における第二測定系誤差要因取得部56と同様である。

【0124】

第一受信側測定系誤差要因取得部74は、レシーバ(RR)26b (受信側入力信号測定手段) およびレシーバ(TR)26a (受信側反射信号測定手段) の測定データを受け、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ を取得する。第二受信側測定系誤差要因取得部76は、レシーバ(RR)26b (受信側入力信号測定手段) および信号出力取得部62の測定データを受け、 E_{r1r} 、 E_{r2r} を取得する。よって、第一受信側測定系誤差要因取得部74および第二受信側測定系誤差要因取得部76は、レシーバ(RR)26b (受信側入力信号測定手段)、レシーバ(TR)26a (受信側反射信号測定手段) および信号出力取得部62 (受信側信号出力取得手段) の測定データに基づき受信側の測定系誤差要因(E_{dr} 、 E_{sr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r})を取得する。

【0125】

第三受信側測定系誤差要因取得部78は、受信手段20に信号源10が接続されている時に、レシーバ(RR)26bおよびレシーバ(TR)26aの測定データ、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} (第二受信側測定系誤差要因取得部76の取得した測定系誤差要因)、およびレシーバ(TS)16bの測定データを受け、 E_{tr} 、 E_{Lr} を取得する。 E_{tr} 、 E_{Lr} の取得法は、第二の実施形態における第三測定系誤差要因取得部58と同様である。

【0126】

第三受信側測定系誤差要因取得部 78 は、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} 、 E_{tr} 、 E_{Lr} を測定系誤差要因記録部 30 に出力する。

【0127】

次に、第二の実施形態の動作を説明する。図 15 は、第二の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【0128】

まず、ネットワークアナライザ 1 は、測定系誤差要因 (E_{df} 、 E_{sf} 、 E_{r1f} 、 E_{r2f} 、 E_{tf} 、 E_{Lf}) を測定する (S10)。測定された測定系誤差要因は、測定系誤差要因記録部 30 に記録される。測定系誤差要因の測定の際の動作を図 16 のフローチャートを参照して説明する。

【0129】

まず、スイッチ 13 を端子 13a の側にする (S101)。そして、信号源 10 に三種類の校正用具 4 を接続する。信号出力部 12 は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16a が測定する。入力信号は、出力端子 18 を介して校正用具 4 に入力される。そして、校正用具 4 から反射された反射信号をレシーバ (TS) 16b が測定する。第一測定系誤差要因取得部 54 はレシーバ (RS) 16a およびレシーバ (TS) 16b の測定データを受け、 E_{df} 、 E_{sf} 、 $E_{r1f} \cdot E_{r2f}$ (E_{r1f} と E_{r2f} との積) を取得する (S102)。

【0130】

次に、信号源 10 およびパワーメータ用端子 60 にパワーメータ 6 を接続する。信号出力部 12 は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ (RS) 16a が測定する。入力信号は、出力端子 18 および端子 6a を介してパワーメータ 6 に入力される。パワーメータ 6 は、この入力信号のパワー P を測定する。そして、信号出力取得部 62 はパワーメータ用端子 60 および端子 6b を介して、パワー P を取得し、第二測定系誤差要因取得部 56 に出力する。第二測定系誤差要因取得部 56 は、レシーバ (RS) 16a の測定データ、 E_{df} 、 E_{sf} 、 $E_{r1f} \cdot E_{r2f}$ (第一測定系誤差要因取得部 54 の取得した測定系誤差要因)、および信号出力取得部 62 の出力 (パワー P) を受け、 E_{r1f} 、 E_{r2}

f を取得する (S104)。

【0131】

最後に、信号源10に受信手段20を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ(RS)16aが測定する。入力信号は、出力端子18および入力端子28を介して、受信手段20に受信信号として受信される。レシーバ(TR)26aは、この受信信号を測定する。また、入力信号が受信手段20から反射された反射信号をレシーバ(TS)16bが測定する。そして、第三測定系誤差要因取得部58は、レシーバ(RS)16aの測定データ、 E_{df} 、 E_{sf} 、 E_{r1f} 、 E_{r2f} (第二測定系誤差要因取得部56の取得した測定系誤差要因)、レシーバ(TS)16bおよびレシーバ(TR)26aの測定データを受け、 E_{tf} 、 E_{Lf} を取得する (S107)。

【0132】

次に、ネットワークアナライザ1は、測定系誤差要因(E_{dr} 、 E_{sr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} 、 E_{tr} 、 E_{Lr})を測定する (S12)。測定された測定系誤差要因は、測定系誤差要因記録部30に記録される。測定系誤差要因の測定の際の動作を図17のフローチャートを参照して説明する。

【0133】

まず、スイッチ13を端子13bの側にする (S121)。そして、受信手段20に三種類の校正用具4を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ(RR)26bが測定する。入力信号は、入力端子28を介して校正用具4に入力される。そして、校正用具4から反射された反射信号をレシーバ(TR)26aが測定する。第一受信側測定系誤差要因取得部74はレシーバ(RR)26bおよびレシーバ(TR)26aの測定データを受け、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ (E_{r1r} と E_{r2r} との積)を取得する (S122)。

【0134】

次に、受信手段20およびパワーメータ用端子60にパワーメータ6を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ(RR)26bが測定する。入力信号は、入力端子28および端子6aを介してパワ

ーメータ6に入力される。パワーメータ6は、この入力信号のパワーPを測定する。そして、信号出力取得部62はパワーメータ用端子60および端子6bを介して、パワーPを取得し、第二受信側測定系誤差要因取得部76に出力する。第二受信側測定系誤差要因取得部76は、レシーバ(RR)26bの測定データ、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 $E_{r1r} \cdot E_{r2r}$ (第一受信側測定系誤差要因取得部74の取得した測定系誤差要因)、および信号出力取得部62の出力(パワーP)を受け、 E_{r1r} 、 E_{r2r} を取得する(S124)。

【0135】

最後に、信号源10に受信手段20を接続する。信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ(RR)26bが測定する。入力信号は、入力端子28および出力端子18を介して、信号源10が受信する。レシーバ(TS)16bは、この信号を測定する。そして、信号源10から反射された反射信号をレシーバ(TR)26aが測定する。そして、第三測定系誤差要因取得部58は、レシーバ(RR)26bの測定データ、 E_{dr} 、 E_{sr} 、 E_{r1r} 、 E_{r2r} (第二受信側測定系誤差要因取得部76の取得した測定系誤差要因)、レシーバ(TR)26aおよびレシーバ(TS)16bの測定データを受け、 E_{tr} 、 E_{Lr} を取得する(S127)。

【0136】

ここで、図15に戻り、ネットワークアナライザ1にはDUT2が接続され(図1参照)、DUT2のSパラメータ等(R、 S_{11m} 、 S_{21m} 、 S_{12m} 、 S_{22m})が実測される(S20)。

【0137】

すなわち、スイッチ13を端子13aの側にする。このとき、信号出力部12は入力信号を出力する。このときの入力信号をレシーバ(RS)16aが測定する。この測定により得られたデータがRである。入力信号は、出力端子18を介してDUT2に入力される。そして、DUT2から反射された反射信号をレシーバ(TS)16bが測定する。この測定により得られたデータが S_{11m} である。入力信号が出力端子18から出力された後に、DUT2を介して入力信号を受信信号として受信手段20が受信する。この受信信号をレシーバ(TR)26a

が測定する。この測定により得られたデータが S_{21m} である (図 13 (a) 参照)。

【0138】

また、スイッチ 13 を端子 13 b の側にする。このとき、信号出力部 12 は入力信号を出力し、受信手段 20 に供給する。このときの入力信号をレシーバ (RR) 26 b が測定する。この測定により得られたデータが R である。入力信号は、入力端子 28 を介して DUT 2 に入力される。そして、DUT 2 から反射された反射信号をレシーバ (TR) 26 a が測定する。この測定により得られたデータが S_{22m} である。入力信号が入力端子 28 から出力された後に、DUT 2 を介して信号源 10 が受信する。この信号をレシーバ (TS) 16 b が測定する。この測定により得られたデータが S_{12m} である (図 13 (b) 参照)。

【0139】

これらの実測されたデータは、回路パラメータ測定部 40 に送られる。

【0140】

最後に、回路パラメータ測定部 40 が、入力信号を直接に DUT 2 に与える場合のレシーバ (RS) 16 a、レシーバ (TS) 16 b、レシーバ (TR) 26 a の DUT 2 に関する S パラメータと、入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える場合のレシーバ (RR) 26 b、レシーバ (TR) 26 a、レシーバ (TS) 16 b の DUT 2 に関する S パラメータと、測定系誤差要因記録部 30 の記録する測定系誤差要因とに基づき、DUT 2 の真の S パラメータ (S_{11a} 、 S_{21a} 、 S_{12a} 、 S_{22a}) を測定する (S30)。

【0141】

第二の実施形態によれば、信号出力取得部 62 は、入力信号に関するパワー P を受信側の測定系誤差要因の生じた後に取得する。これにより、周波数トラッキングに起因する誤差 E_{r1r} 、 E_{r2r} (E_{r1f} 、 E_{r2f}) を (シグナルフログラフにおける) 向きに応じて分離することができる。DUT 2 の入力信号の周波数 f_1 と出力信号の周波数 f_2 とが異なる場合は、周波数トラッキングに起因する誤差 E_{r1} 、 E_{r2} などが向きによって異なる。よって、向きに応じて受信側の測定系誤差要因を分離することにより、測定系の誤差の補正が可能とな

る。

【0142】

また、レシーバ (TS) 16b が、信号源 10 が受信した信号に関する S パラメータを測定するため、信号源 10 における測定系誤差要因 E_{tr} 、 E_{Lr} を取得できる。DUT 2 の入力信号の周波数 f_1 と出力信号の周波数 f_2 とが異なる場合は、信号源 10 における測定系誤差要因 E_{tr} 、 E_{Lr} を無視できない。よって、信号源 10 における測定系誤差要因 E_{tr} 、 E_{Lr} を取得することにより、測定系の誤差の補正が可能となる。なお、レシーバ (TR) 26a が受信信号に関する S パラメータを測定するため、受信手段 20 における測定系誤差要因 E_{tf} 、 E_{Lf} も取得できる。

【0143】

このように、向きに応じて測定系誤差要因 E_{r1r} 、 E_{r2r} (E_{r1f} 、 E_{r2f}) を分離し、しかも信号源 10 における測定系誤差要因 E_{tr} 、 E_{Lr} および受信手段 20 における測定系誤差要因 E_{tf} 、 E_{Lf} を取得したので、入力信号を直接に DUT 2 に与える場合のレシーバ (RS) 16a、レシーバ (TS) 16b およびレシーバ (TR) 26a の DUT 2 に関する測定結果と、入力信号を受信手段 20 を介して DUT 2 に与える場合のレシーバ (RR) 26b、レシーバ (TR) 26a、レシーバ (TS) 16b の DUT 2 に関する測定結果と組み合わせれば、DUT 2 に関する S パラメータを誤差を補正しながら測定できる。

【0144】

なお、図 12 においては、スイッチ 13 をブリッジ 14a と信号出力部 12 との間に配置してある。しかし、スイッチ 13 をブリッジ 14a とブリッジ 14b との間に配置することも可能である。スイッチ 13 をブリッジ 14a とブリッジ 14b との間に配置した場合の構成を図 18 に示す。端子 13c はブリッジ 14a を介して信号出力部 12 に接続されている。

【0145】

また、DUT 2 としては図 19 に示すようなミキサを用いることができる。DUT 2 は、入力端子 2a、出力端子 2b、ローカル信号発生器 2c、乗算器 2d

を有する。入力端子 2 a および出力端子 2 b は上述の通りである。ローカル信号発生器 2 c は周波数 f_{Lo} (可変) のローカル信号を乗算器 2 d に供給する。乗算器 2 d は、入力端子 2 a から供給される信号 (周波数 f_1) とローカル信号 (周波数 f_{Lo}) とを乗算して出力端子 2 b に供給する。このような場合は、 $f_2 = f_1 \pm f_{Lo}$ となるため、 $f_1 \neq f_2$ となる。このような場合にも上記の実施形態は適合する。

【0146】

なお、上記の実施形態において、CPU、ハードディスク、メディア (フロッピーディスク、CD-ROM など) 読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、上記の各部分を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、ネットワークアナライザを実現できる。

【0147】

【発明の効果】

本発明によれば、向きに応じて測定系誤差要因を分離し、しかも受信手段における測定系誤差要因を取得したので、入力信号測定手段、反射信号測定手段および受信信号測定手段の被測定物に関する測定結果と組み合わせれば、被測定物に関する所定のパラメータ (例えば S パラメータ) を誤差を補正しながら測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第一の実施の形態に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【図 2】

図 1 に示す状態をシグナルフローグラフで表現した図である。

【図 3】

測定系誤差要因取得部 50 の構成を示すブロック図である。

【図 4】

信号源 10 に校正用具 4 が接続されている状態を示すブロック図 (図 4 (a))

）、校正用具 4 の外観を示す図（図 4（b）～（e））である。

【図 5】

信号源 1 0 に校正用具 4 が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現した図である。

【図 6】

信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 にパワーメータ 6 が接続されている状態を示す図である。

【図 7】

信号源 1 0 およびパワーメータ用端子 6 0 にパワーメータ 6 が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現した図である。

【図 8】

信号源 1 0 に受信手段 2 0 が接続されている状態を示す図である。

【図 9】

信号源 1 0 に受信手段 2 0 が接続されている状態をシグナルフローグラフで表現した図である。

【図 1 0】

第一の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 1 1】

測定系誤差要因の測定の際の動作を示すフローチャートである。

【図 1 2】

第二の実施の形態に係るネットワークアナライザ 1 の構成を示したブロック図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示す状態をシグナルフローグラフで表現した図であり、入力信号を直接に DUT 2 に与える状態（図 1 3（a））、入力信号を受信手段 2 0 を介して DUT 2 に与える状態（図 1 3（b））を示す図である。

【図 1 4】

受信側測定系誤差要因取得部 7 0 の構成を示すブロック図である。

【図 1 5】

第二の実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図 1 6】

測定系誤差要因の測定の際の動作を示すフローチャートである。

【図 1 7】

測定系誤差要因の測定の際の動作を示すフローチャートである。

【図 1 8】

スイッチ 1 3 をブリッジ 1 4 a とブリッジ 1 4 b との間に配置した場合の構成を示すブロック図である。

【図 1 9】

DUT 2 としてミキサを用いた場合の DUT 2 の構成を示す図である。

【図 2 0】

従来技術にかかる被測定物 (DUT) の回路パラメータの測定法を説明する図である。

【図 2 1】

従来技術にかかる周波数 $f_1 = f_2$ の場合の信号源 1 1 0 に関するシグナルフロログラフである。

【図 2 2】

従来技術にかかる周波数 f_1 が周波数 f_2 と等しくない場合の信号源 1 1 0 に関するシグナルフロログラフである。

【図 2 3】

従来技術にかかる信号源 1 1 0 と受信部 1 2 0 とを直結した場合のシグナルフロログラフである。

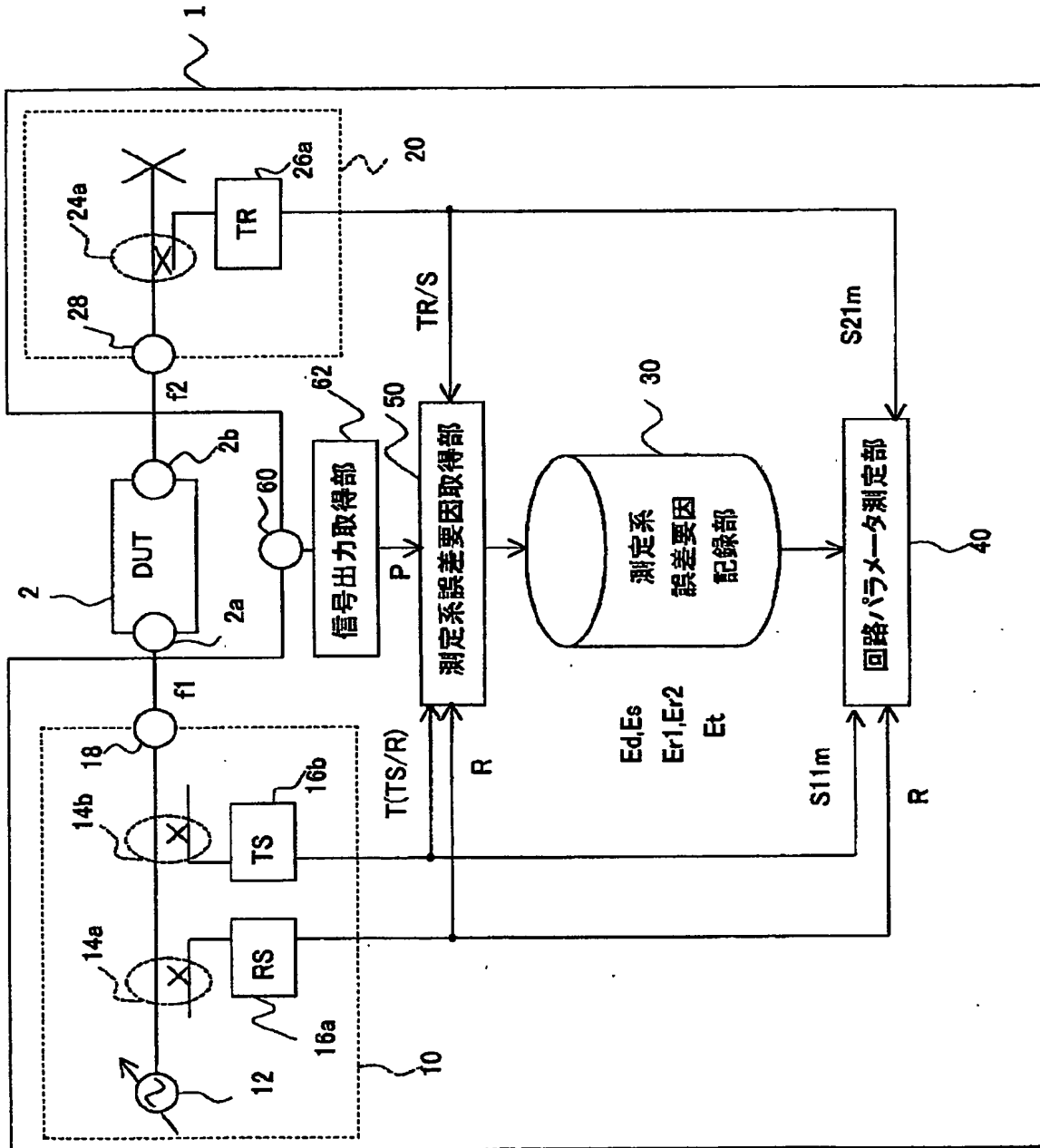
【符号の説明】

- 1 ネットワークアナライザ
- 2 DUT
- 1 0 信号源
- 1 2 信号出力部
- 1 3 スイッチ
- 1 4 a、1 4 b ブリッジ

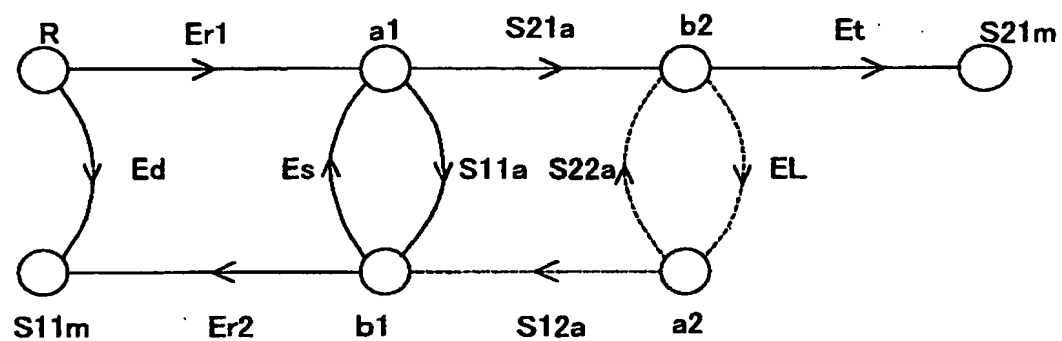
- 1 6 a レシーバ (R S) (入力信号測定手段)
- 1 6 b レシーバ (T S) (反射信号測定手段)
- 1 8 出力端子
- 2 0 受信手段
- 2 4 a、2 4 b ブリッジ
- 2 6 a レシーバ (T R)
- 2 6 b レシーバ (R R)
- 2 8 入力端子
- 3 0 測定系誤差要因記録部
- 4 0 回路パラメータ測定部
- 5 0 測定系誤差要因取得部
- 5 2 切替器
- 5 4 第一測定系誤差要因取得部
- 5 6 第二測定系誤差要因取得部
- 5 8 第三測定系誤差要因取得部
- 6 0 パワーメータ用端子
- 6 2 信号出力取得部
- 7 0 受信側測定系誤差要因記録部
- 7 2 切替器
- 7 4 第一受信側測定系誤差要因取得部
- 7 6 第二受信側測定系誤差要因取得部
- 7 8 第三受信側測定系誤差要因取得部

【書類名】 図面

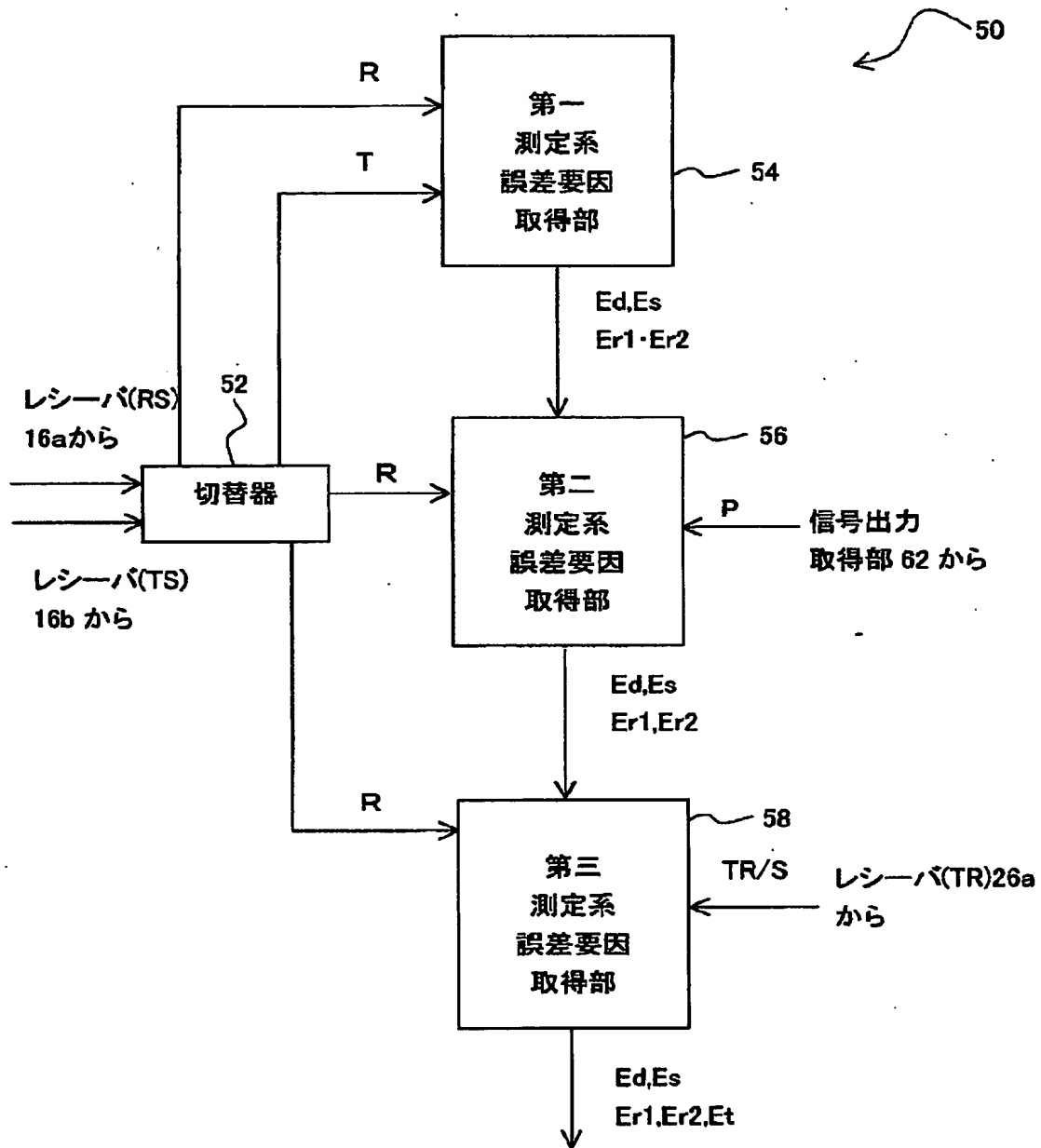
【図 1】



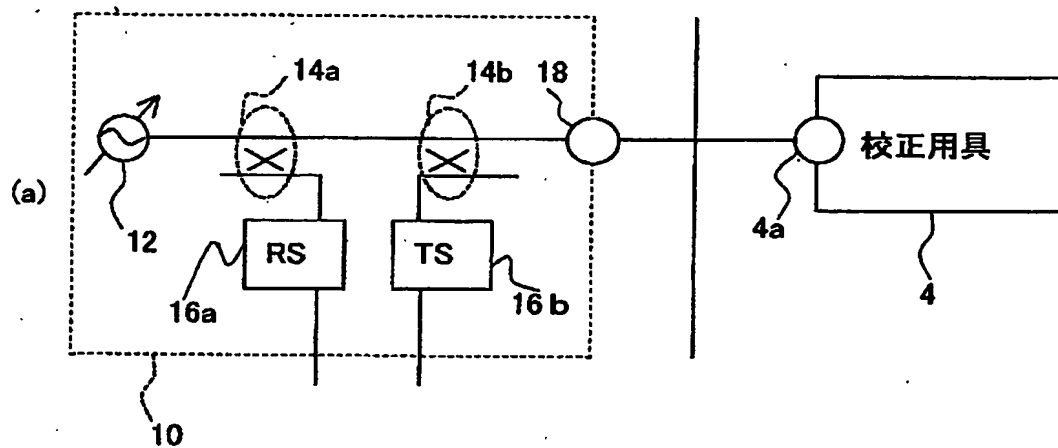
【图 2】



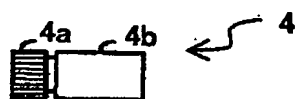
【図 3】



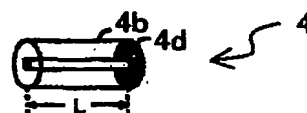
【図 4】



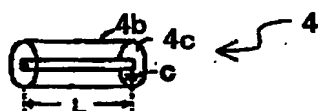
(b)



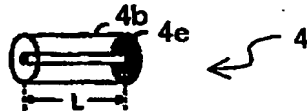
(d)



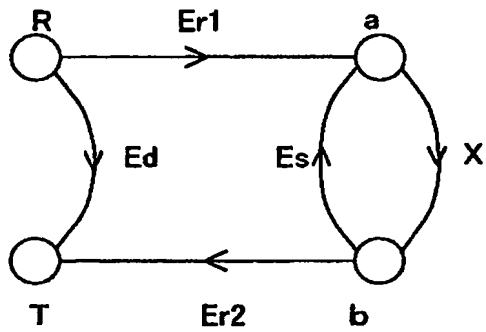
(c)



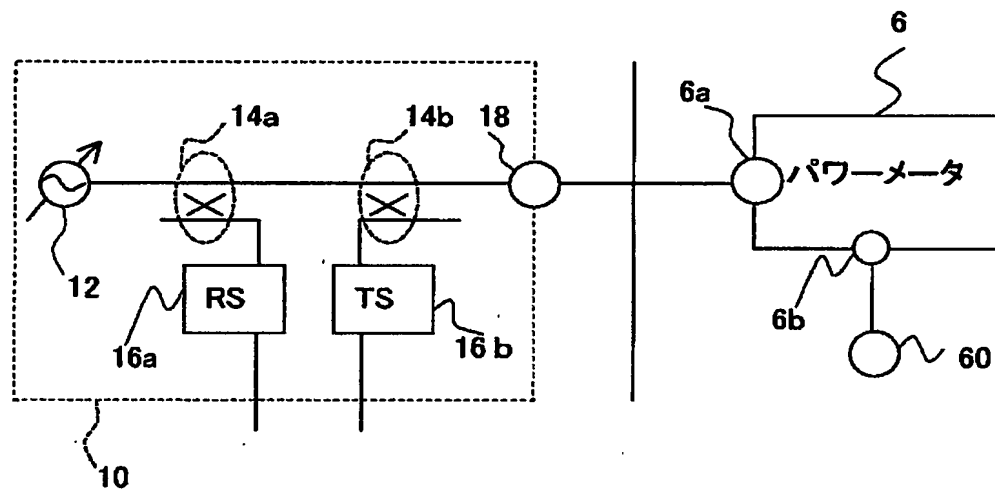
(e)



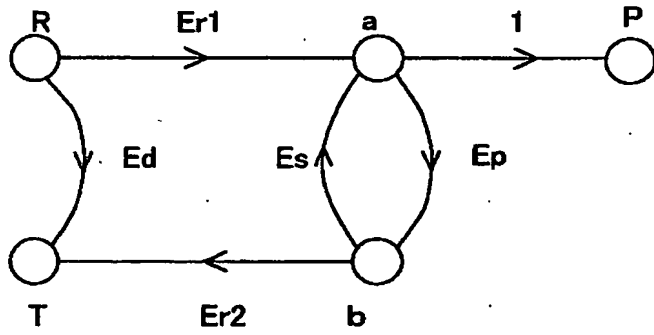
【図 5】



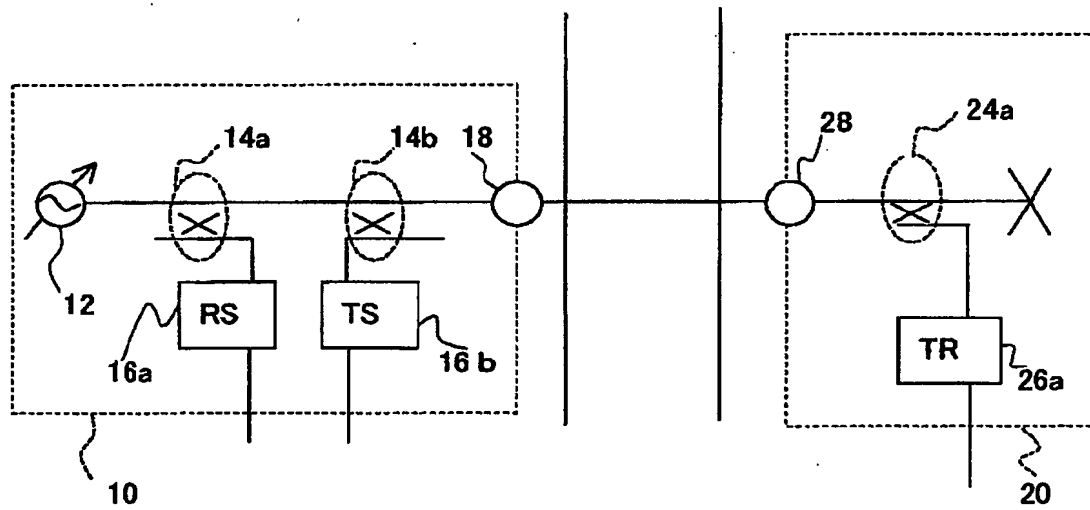
【図 6】



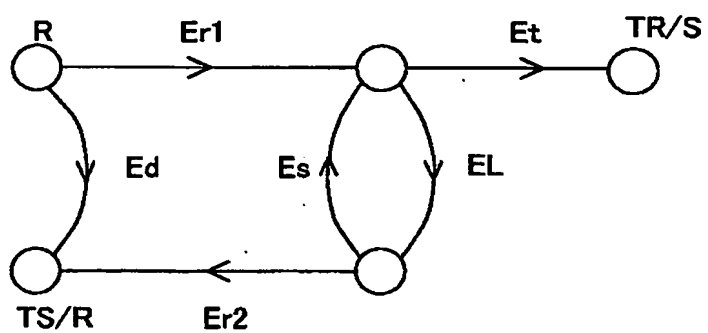
【図 7】



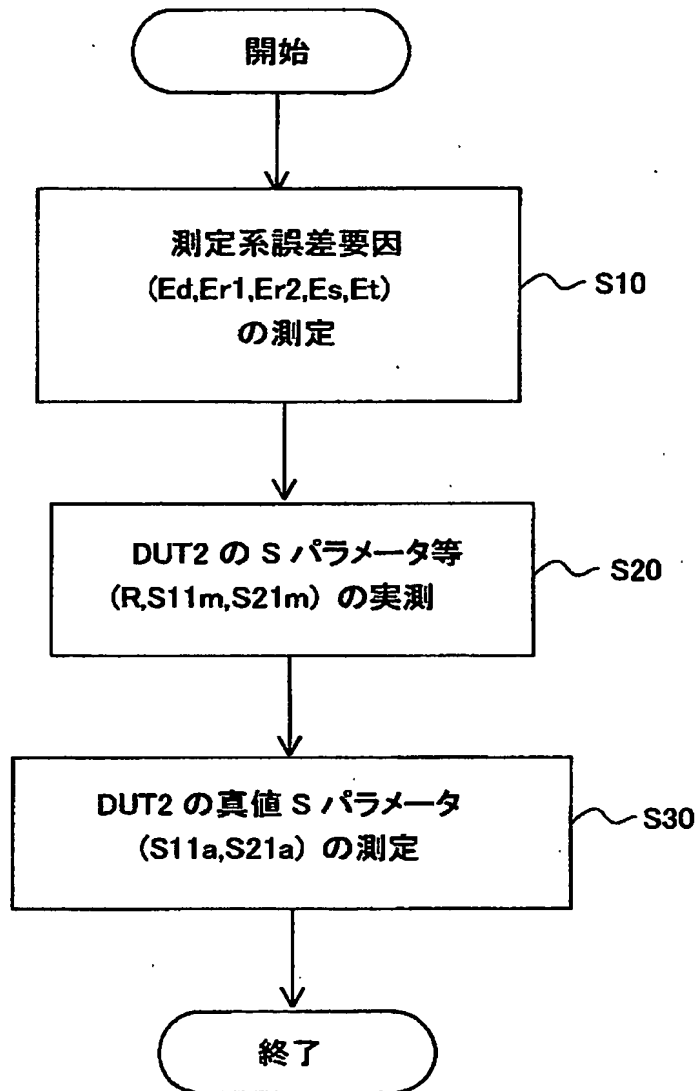
【図 8】



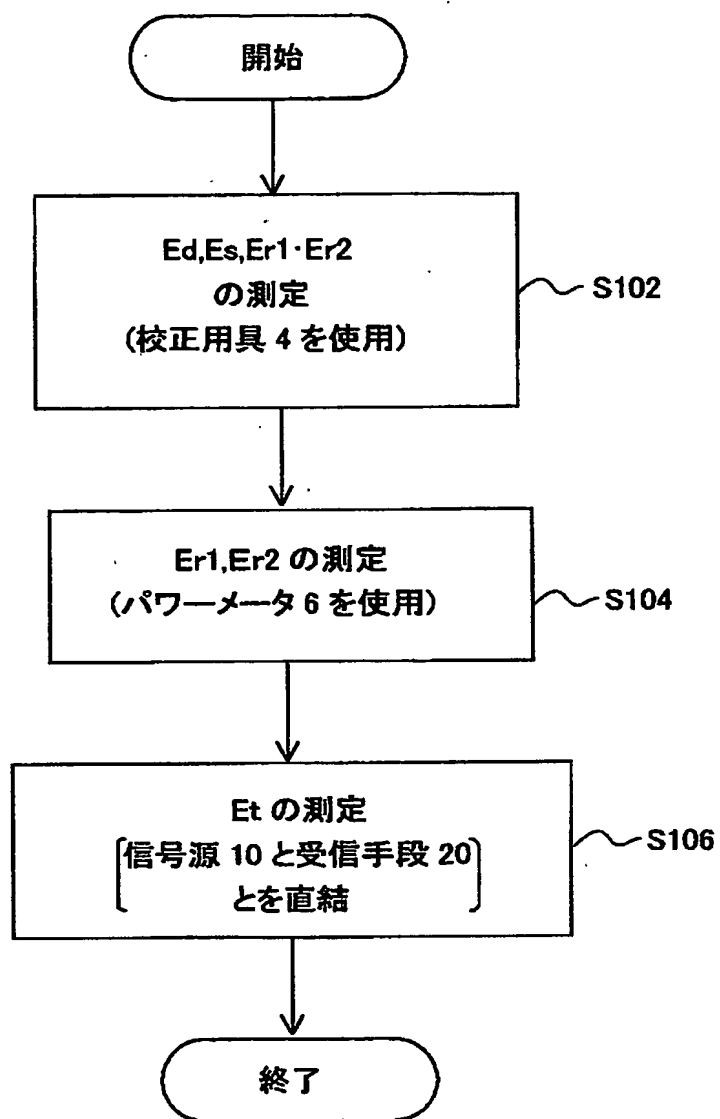
【図 9】



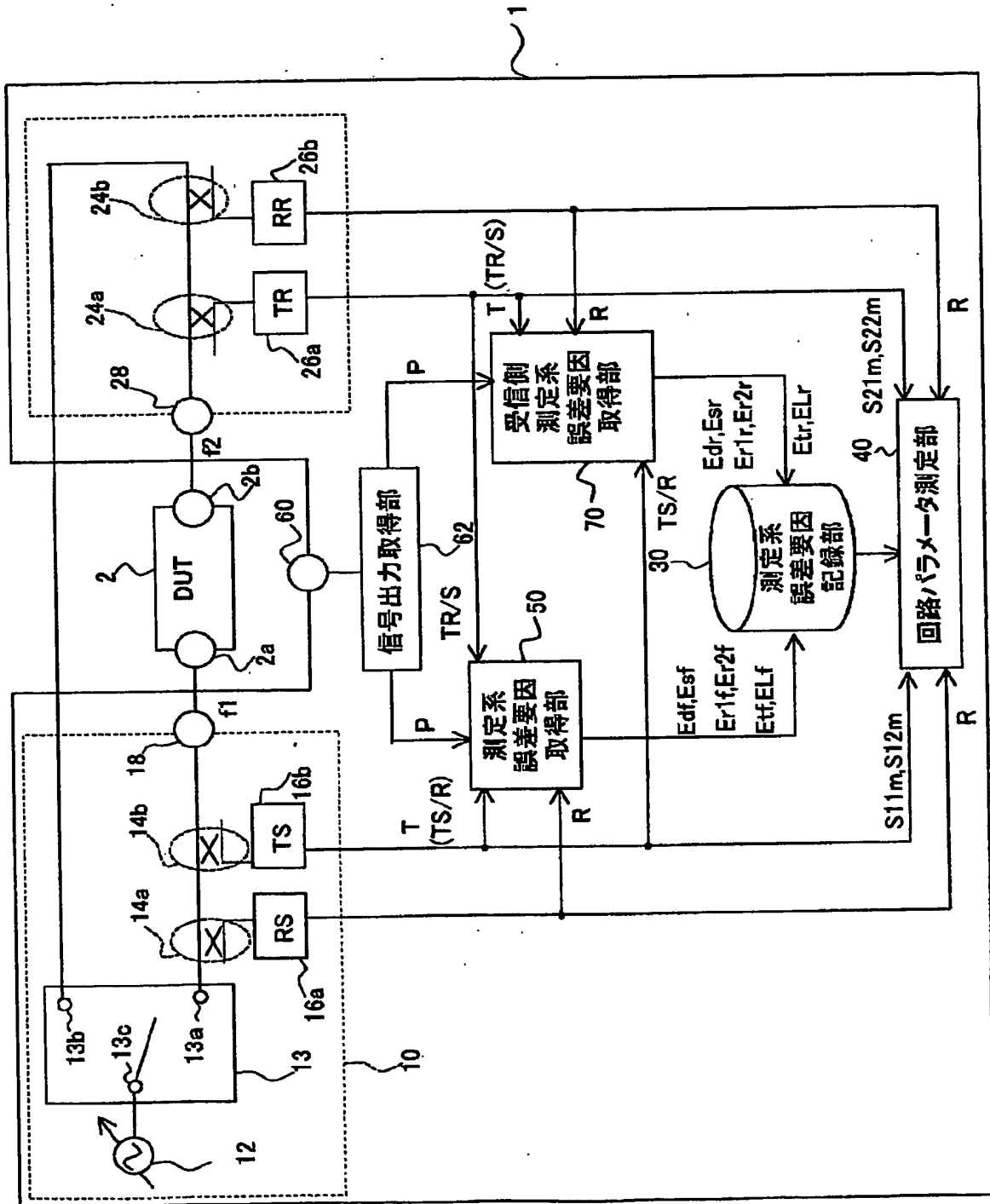
【図10】



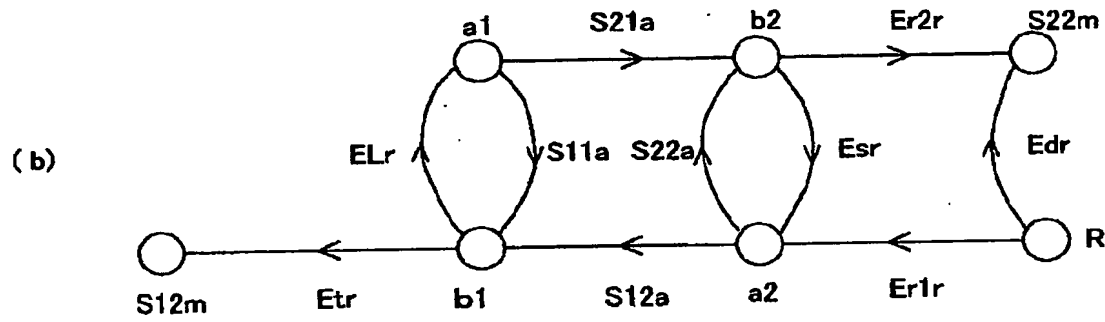
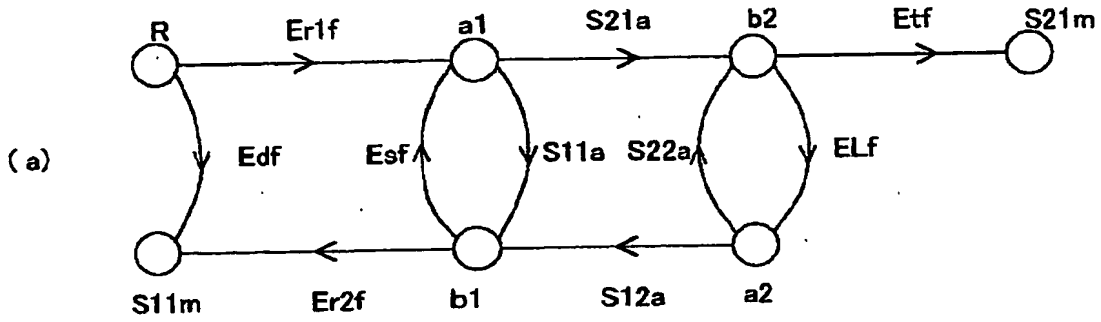
【図 11】



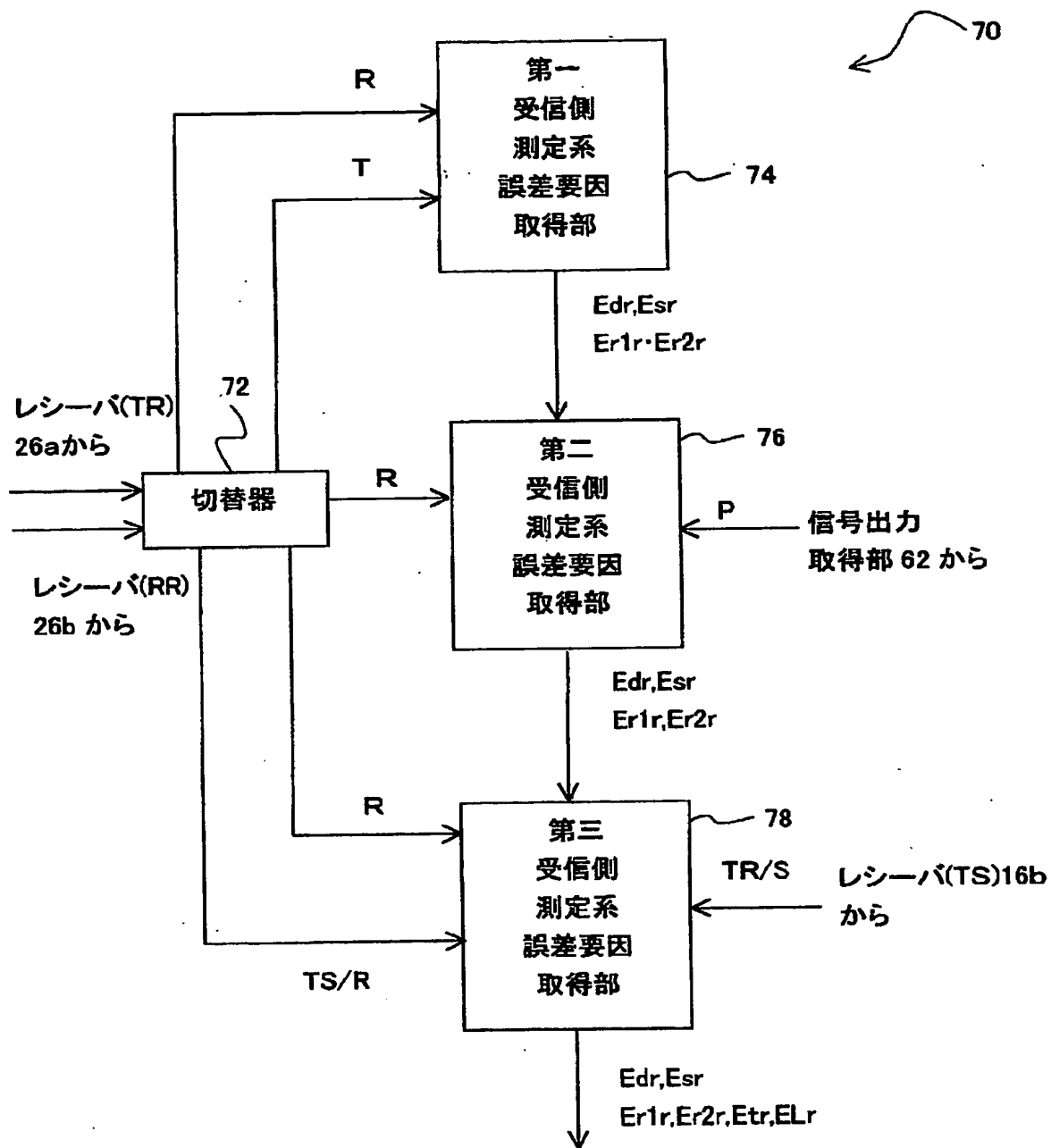
【図12】



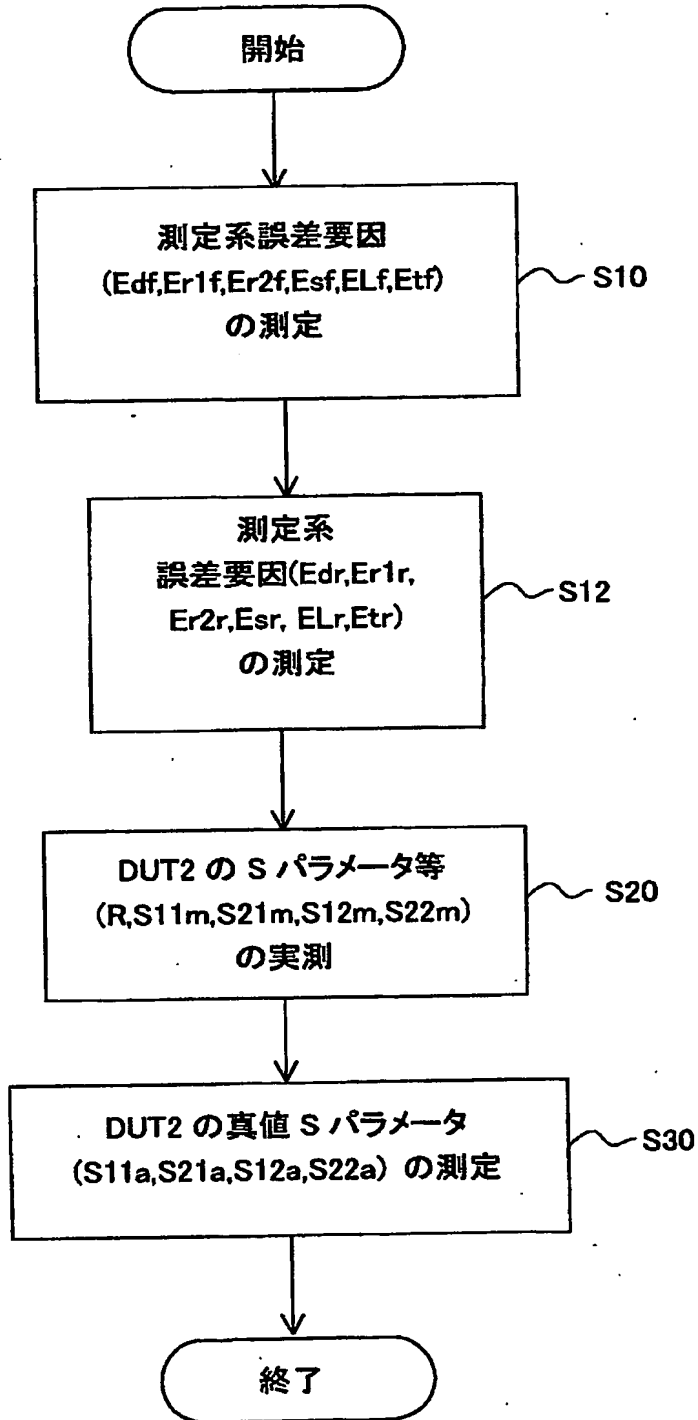
【図 13】



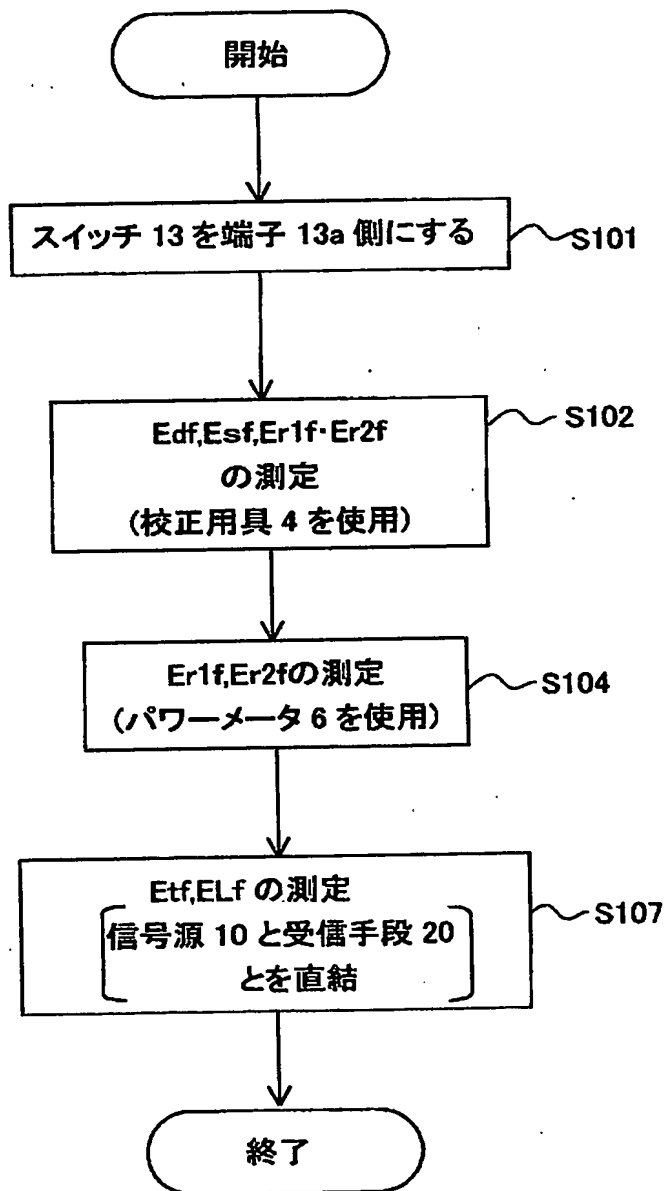
【図14】



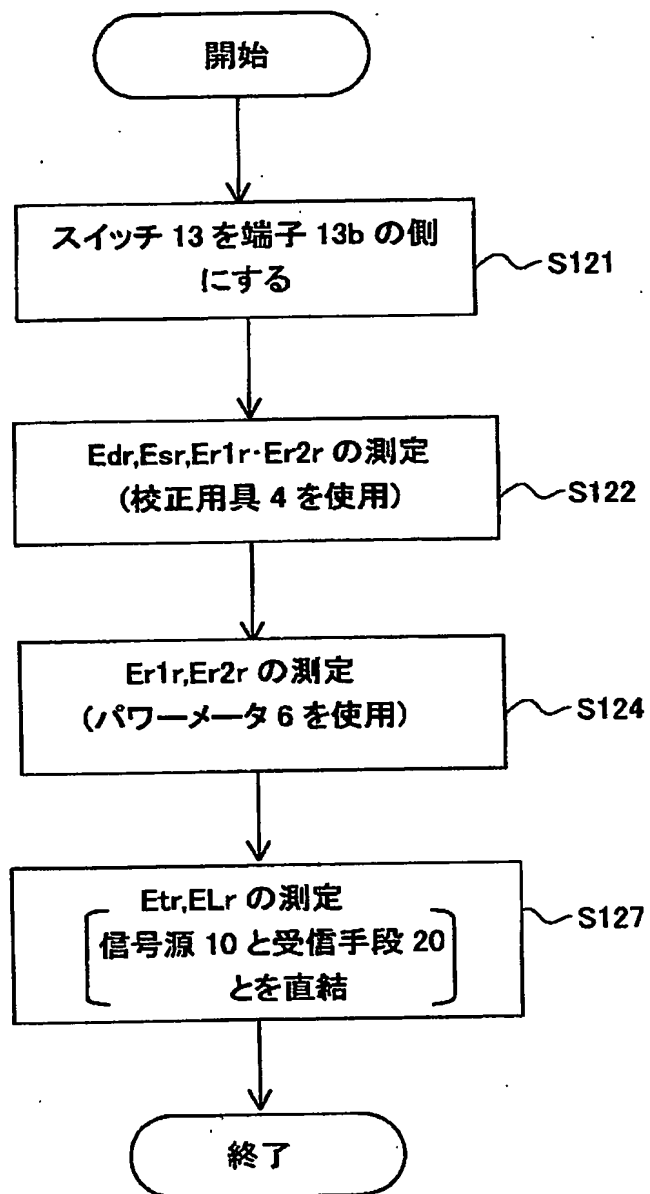
【図 1 5】



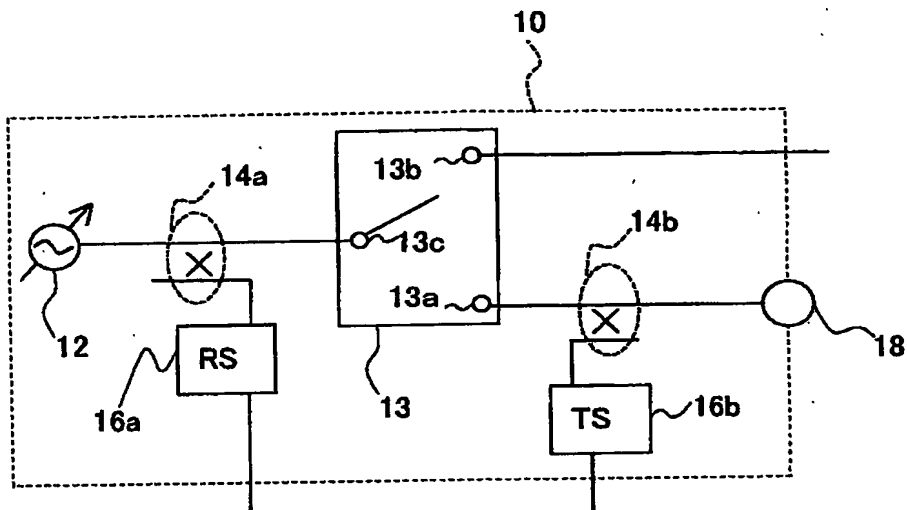
【図 16】



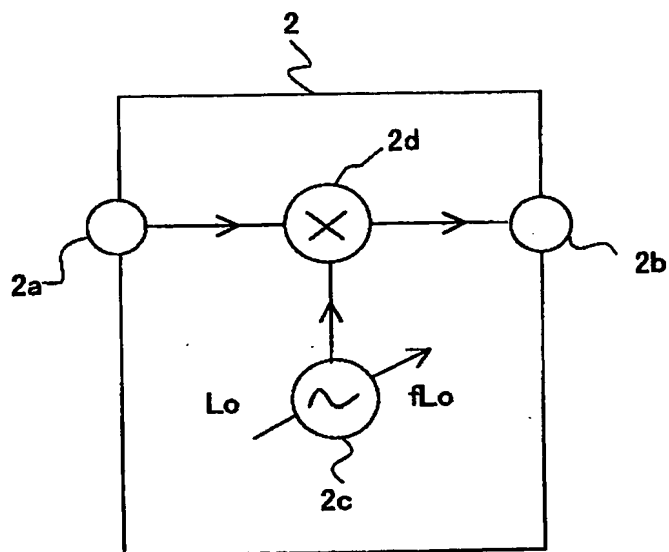
【図 17】



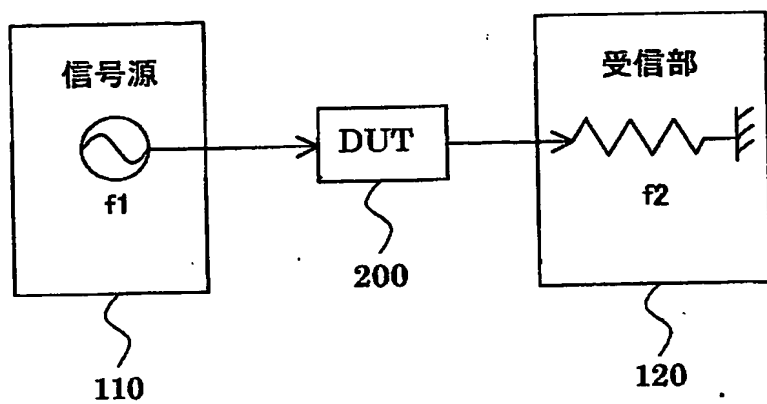
【圖 18】



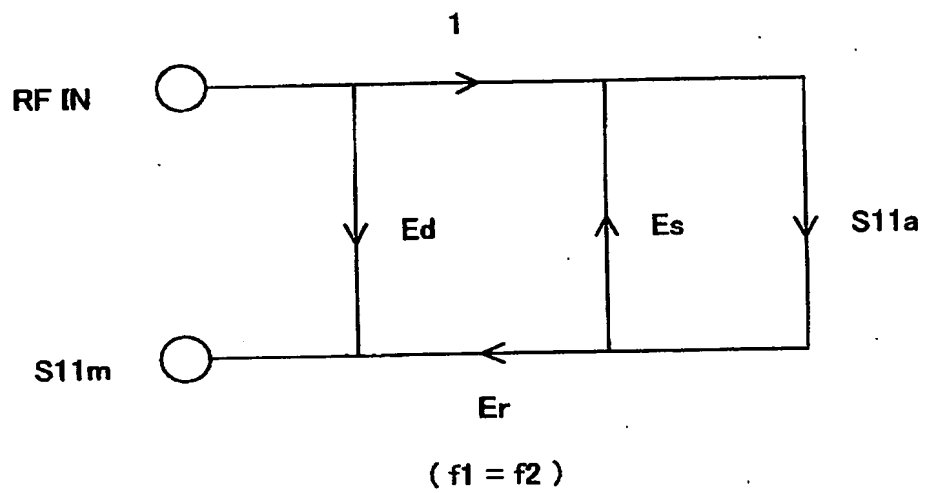
【図 19】



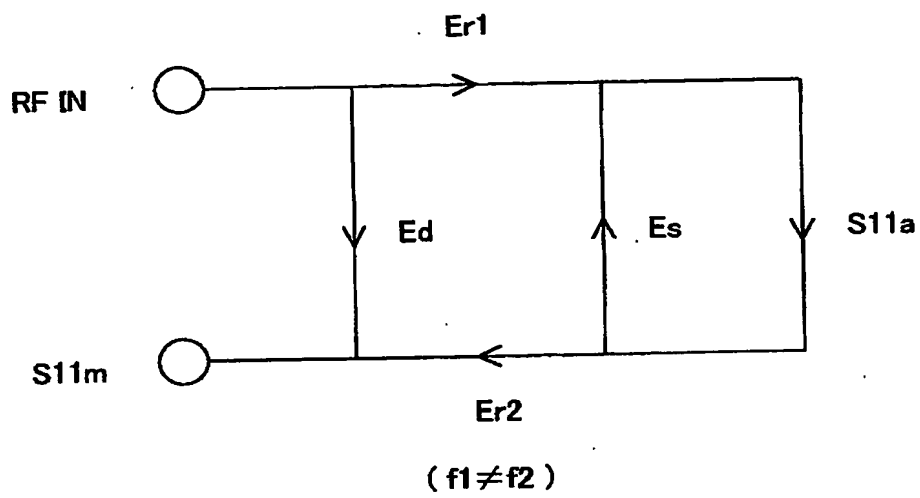
【図 20】



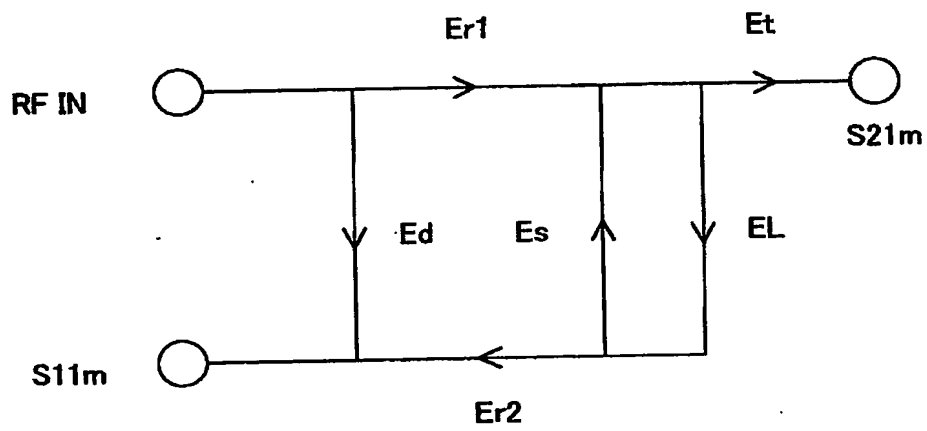
【図 21】



【図 2 2】



【図 2 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被測定物の入力信号の周波数と出力信号の周波数とが異なる場合であっても測定系の誤差を補正することができるようにする。

【解決手段】 信号出力取得部 6 2 は、入力信号のパワーを図示省略したパワーメータにより取得する。これにより、周波数トラッキングに起因する誤差 E_{r1} 、 E_{r2} などをシグナルフロログラフにおける向きに応じて分離することができる。しかも、レシーバ (TR) 2 6 a が、信号源 1 0 と受信手段 2 0 とを直結したときの受信信号に関する S パラメータを測定するため、受信手段 2 0 における測定系誤差要因 E_t を取得できる。そして、レシーバ (RS) 1 6 a、レシーバ (TS) 1 6 b およびレシーバ (TR) 2 6 a の DUT 2 に関する測定結果と組み合わせれば、DUT 2 に関する S パラメータを誤差を補正しながら測定できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [390005175]

1. 変更年月日	1990年10月15日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都練馬区旭町1丁目32番1号
氏 名	株式会社アドバンテスト

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.